# Technical Information

# FOUNDATIONフィールドバス 参考書

TI 38K02A01-01

YOKOGAWA
横河電機株式会社

TI 38K02A01-01
2003. 3　初版(YK)

Blank Page

システム事業部

本補遺票は、フィールドバス参考書の修正個所を明示したものです。
FOUNDATION フィールドバス参考書（TI 38K02A01-01）初版をお読みになる場合は、本補遺票を併せてお読みください。

＜修正および訂正項目＞
2-10 ページ

・トータル分岐長（単位分岐長の合計）を 960m 以内から 1440m 以内に修正。

幹線ケーブルと分岐ケーブルについては，図2.7を参照してください。

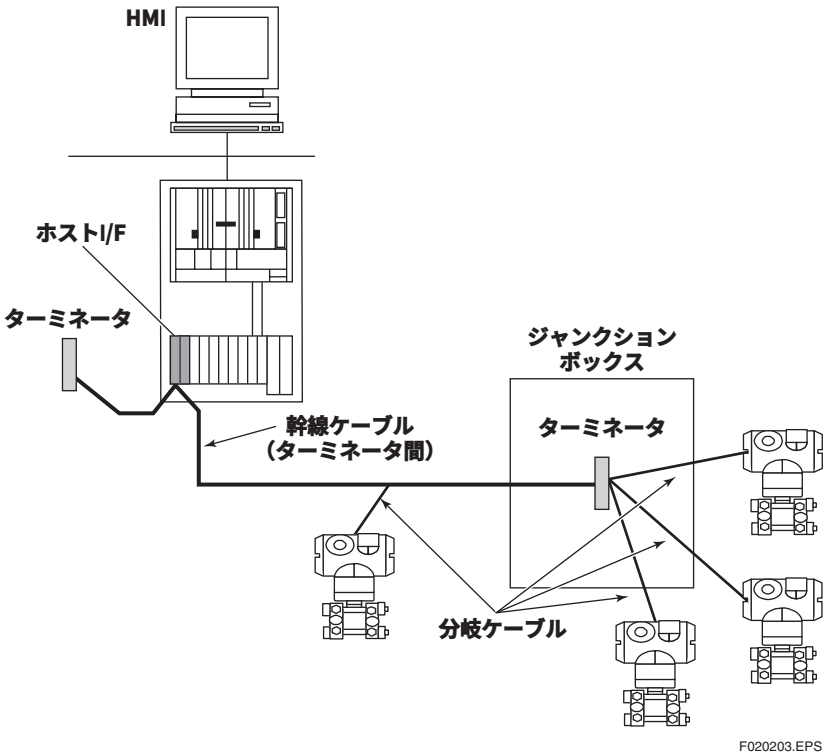



**図2.7　幹線ケーブルと分岐ケーブル**

ケーブルType AおよびType B以外のケーブルTypeについても規定されていますが，横河は，推奨できないと判断しています。
ユーザは，ケーブル設置図面をみれば，上記ルールに適合しているかどうかをチェックすることができます。フィールドバス上のデバイス数を制限するルールとしては，上記ルールのみではないことに注意ください。他のルールについては，4章で，説明します。

*1： 分岐ケーブルの最大長は，ルール4で設計することが基本です。ただし，実際のアプリケーションでは基準値を超える場合も考えられるため，より実用的な分岐ケーブル長が必要です。そのため，IECおよびISA規格におけるルール4は，推奨値であることを考慮して，横河CENTUMシステムによる延長の可能性を評価した結果，下記の範囲内であれば延長を可能とします。
・ フィールドバスは，Type Aケーブルを使用
・ 接続台数：16台以内（実用上のセグメント当たりの接続機器台数を想定）
・ 単位分岐長：120 m以内
・ 最大トータル分岐長（単位分岐長の合計）：1440 m
・ 最大トランクケーブル長（幹線ケーブル長）：{1900 m－（トータル分岐長）}
なお，分岐配線を行うジャンクションボックス（JB）の数には制約はありません。
ルール4に示す分岐ケーブルの最大長は，規格 IEC61158-2およびISA S50.02 Annex B (informative)において，推奨値として示されており，Type A，Type B， Type C，Type Dケーブルとも同じ値となっています。

# はじめに

本書は，FOUNDATION フィールドバス，および機能ブロックをサポートしている技術について，より多くのことを知りたいと希望される方々のために作成しました。横河電機（株）（以下，横河と記します）は，できるだけ多くの方々に，フィールドバスの採用を促進していただくため，本書を提供します。
本書は，商業的な意図を持つものではありません。
本書は，フィールドバス技術に関する参考書であり，フィールドバス協会が発行している，FOUNDATION フィールドバスに関する，いかなる技術的な内容についても，それを越える（オーバライドする）ことを意図していません。もし，本書に，フィールドバス協会の出版物と矛盾する説明が含まれている場合は，フィールドバス協会の出版物を正とします。かかる矛盾は，本書が，フィールドバス協会の技術的な更新に追従できていないためです。
横河は，読者の方が，FOUNDATION フィールドバスについて，より多くの知識をえるために本書を利用され，その知識をユーザのプラントや装置に適用いただければ幸いです。
**フィールドバスは，21世紀の計装言語です。**

## ■ 本書の構成および本書をお読みいただきたい方

本書は，4つの章から構成されています。
1章 フィールドバスの概要
2章 フィールドバスの通信技術
3章 フィールドバスアプリケーション
4章 フィールドバスプロジェクトの管理
1章では，フィールドバス技術の詳細説明に先立ち，FOUNDATIONフィールドバスの概要を説明します。
フィールドバス実装の推進活動を進めるために，より多くの情報が必要な場合は，フィールドバスに関する他のドキュメントを参照してください。
2章では，FOUNDATIONフィールドバスにおける通信技術について説明します。フィールドバス導入技術者およびフィールド技術者は，本章で説明する通信技術の知識が必要となります。
3章では，FOUNDATION フィールドバス上で動作するアプリケーションについて説明します。これらは，デジタルネットワークにおける計測と制御にとって非常に重要な項目です。デジタル通信による計装に関係されるすべての技術者は，実際のプロジェクト遂行のために，この知識が必要となります。
4章では，フィールドバスプロジェクトを成功させるために，フィールドバスプロジェクトの例を示します。プロジェクトマネージャ，計装技術者および保全技術者は，本章をお読みください。

本書の末尾に，頭字語の説明および索引を添付していますので，参照してください。


All Rights Reserved. Copyright © 2003, Yokogawa Electric Corporation

## ■ 参考文献

・社団法人　日本電気計測工業会発行：日本電気計測工業会規格JEMIS 038「JEMIMA フィールドバス」
本文献の5章に「フィールドバス実装仕様書一覧」が記載されています。
・横河電機（株）発行：TI 38K03A01-01 「フィールドバス概説書」
・横河電機（株）発行：TI 38K02A01-01E 「Fieldbus Book - A Tutorial」
本書の英文版です。

## ■ 商標

・「FOUNDATION Fieldbus」の「FOUNDATION」はフィールドバス協会の商標です。
・その他，本文中に使われている会社名・商品名は，各社の登録商標または商標です。
・本文中の各社の登録商標または商標には，TM，®は表示しておりません。

重　要

**＝本書の利用に関して＝**
**本書の内容，記述に関しては以下の理由により，当社は明示または黙示の保証を含み，商業性，特定目的への適合性等その他一切の保証を行うものではありません。**
**また，本書の内容，記述，その使用・利用，瑕疵，誤謬，欠落，誤記（論理的な誤りを含む）その他落丁や乱丁によって生じた損失，損害その他の発生した費用については，法律上，契約上その他の請求原因に関わらず，またその予見の有無に関わらず当社は一切免責とさせていただきます。**

本書は，フィールドバス協会が開発したFOUNDATIONフィールドバス仕様に基づいています。フィールドバス協会は世界中の主要な計装メーカとユーザが参加，運営する団体で，IEC（International Electrotechnical Commission)の規格を基にしたオープンな通信仕様と製品開発用各種ツールの開発，サポートサービス等を行っています。
本書は，このフィールドバス協会が開発したFOUNDATIONフィールドバス仕様の現状での情報に基づいて作成されており，現状での一般的な情報の伝達を目的としています。FOUNDATIONフィールドバス仕様は，フィールドでの実地検証その他の試験の結果によって，内容や仕様が追加され，変更され，または訂正される可能性があります。本書の記載もそれによって修正される可能性があります。

# FOUNDATIONフィールドバス
# 参考書

TI 38K02A01-01

# 目　次


1. フィールドバスの概要 ..... 1-1
1.1 フィールドバスとは ..... 1-1
1.2 フィールドバスの利便性 ..... 1-3
1.3 FOUNDATION フィールドバス ..... 1-5

2. フィールドバスの通信技術 ..... 2-1
2.1 通信のモデル ..... 2-2
2.1.1 OSI参照モデル ..... 2-2
2.1.2 プロトコルデータ単位 ..... 2-4
2.1.3 VCR（仮想通信路）経由の通信 ..... 2-5
2.2 物理層 ..... 2-7
2.2.1 “31.25 kbps”物理層 ..... 2-7
2.2.2 信号化方法 ..... 2-7
2.2.3 配線ルール ..... 2-9
2.2.4 本質安全の考慮 ..... 2-11
2.3 データリンク層 ..... 2-12
2.3.1 媒体アクセス制御 ..... 2-12
2.3.2 アドレス ..... 2-13
2.3.3 リンクアクティブスケジューラ（LAS） ..... 2-15
2.3.4 スケジュール化された通信 ..... 2-16
2.3.5 スケジュール化されていない通信 ..... 2-17
2.3.6 リンクの保守 ..... 2-18
2.3.7 データリンクPDU ..... 2-18
2.4 アプリケーション層 ..... 2-19
2.4.1 アクセス副層 ..... 2-19
2.4.2 メッセージング副層 ..... 2-23
2.5 システム管理プロトコル ..... 2-29
2.5.1 タグとアドレス指定 ..... 2-29
2.5.2 タグのロケーション ..... 2-29
2.5.3 アプリケーションタイムの同期化 ..... 2-29
2.6 高速Ethernet ..... 2-30
2.6.1 なぜEthernetか ..... 2-30
2.6.2 TCP/IPプロトコル群 ..... 2-30
2.6.3 フィールドデバイスアクセス（FDA）プロトコル ..... 2-30

3. フィールドバスアプリケーション ..... 3-1
3.1 仮想フィールドデバイス（VFD） ..... 3-1
3.1.1 フィールドバス対応デバイス内のVFD ..... 3-1
3.2 FF機能ブロック ..... 3-2
3.2.1 FF機能ブロックとは ..... 3-2
3.2.2 リンクおよびスケジュール ..... 3-6
3.2.3 パラメータ ..... 3-7
3.2.4 重要パラメータ ..... 3-9
3.2.5 ビューオブジェクト ..... 3-10

**3.3 重要ブロック ..... 3-11**
3.3.1 AIブロック ..... 3-11
3.3.2 AOブロック ..... 3-16
3.3.3 PIDブロック ..... 3-19
3.3.4 リソースブロックとトランスデューサブロック ..... 3-22
3.3.5 単位コード ..... 3-24
**3.4 システム管理 ..... 3-26**
3.4.1 デバイス管理 ..... 3-26
3.4.2 FF機能ブロック管理 ..... 3-27
3.4.3 アプリケーションタイム管理 ..... 3-27
**3.5 デバイス情報ファイル ..... 3-28**
3.5.1 デバイス記述 ..... 3-28
3.5.2 ケーパビリティ（Capabilities）ファイル ..... 3-31

**4. フィールドバスプロジェクトの管理 ..... 4-1**
**4.1 計画段階 ..... 4-2**
4.1.1 バス上のデバイス数 ..... 4-3
4.1.2 配線設計 ..... 4-5
4.1.3 システム設計 ..... 4-6
**4.2 設置段階 ..... 4-7**
4.2.1 設置 ..... 4-7
4.2.2 コミッショニング（試運転） ..... 4-8
4.2.3 スタートアップとテスト運転 ..... 4-8
**4.3 運転段階 ..... 4-9**
4.3.1 制御運転 ..... 4-9
**4.4 保守段階 ..... 4-10**
4.4.1 デバイスアラーム ..... 4-10
4.4.2 欠陥のあるデバイスの置換え ..... 4-10
4.4.3 機器管理 ..... 4-11
**4.5 改造段階 ..... 4-12**
4.5.1 アプリケーションの追加 ..... 4-12
4.5.2 デバイスのアップグレード ..... 4-12

**頭字語一覧 ..... A-1**

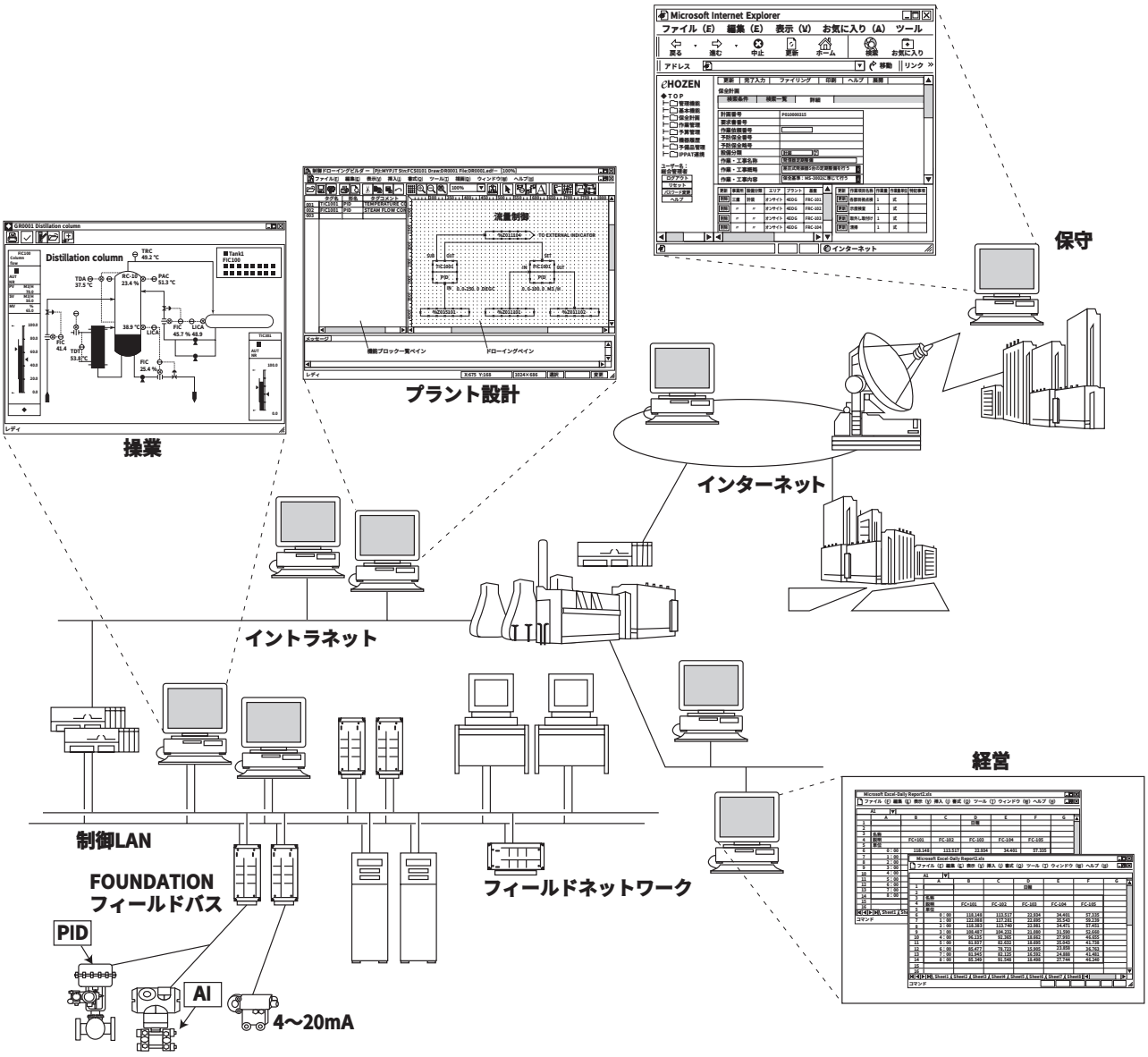
# 1. フィールドバスの概要

**本章では，フィールドバス技術の詳細説明に先立ち，FOUNDATIONフィールドバスの概要を説明します。より多くの情報が必要な場合は，フィールドバスに関する他のドキュメントを参照してください。**

## 1.1 フィールドバスとは

フィールドバス協会は，「フィールドバスは，マイクロプロセッサを利用した測定デバイスと制御デバイス間の，デジタル双方向式のマルチドロップ通信リンクである」と定義しています。フィールドバスは，産業オートメーション用のローカルエリアネットワーク（LAN）のうちの1つです。
21世紀において，近代産業は，情報技術（IT）とネットワークなしでは，生き残ることができません。デジタル通信は，その最新にして強力な技術により，生産ラインから企業レベルまで，すべての経済的および社会的活動を支えています。フィールドバスは，最新のデジタル通信技術の一部であり，他のデジタル通信技術と密接に結びついています。フィールドバスは，通信ネットワーク階層の最下位に位置し，より高位のデータベースと情報を交換します。

中央計器室と現場間で，測定データや制御データを伝送することを目的に，「標準信号」が決められています。
標準信号である空気信号および4～20 mAの電気信号によって，相互運用性と容易な保守という，「標準化」がもたらす最良の特長を享受できました。1980年代の中ごろ導入されたスマート通信（ハイブリッド通信）は，デジタル通信時代を開きました。しかし，これは各社固有プロトコルであること，伝送速度が遅いこと，および各社ごとに異なったデータ形式であることなど，多くの制限事項を持っていました。
フィールドバスの構想は，これらの問題を解決するために提案されました。産業オートメーション用の「標準化された」デジタル通信は，急速に生産システムを変えつつあります。
図1.1に制御システムにおけるフィールドバスの位置づけを示します。

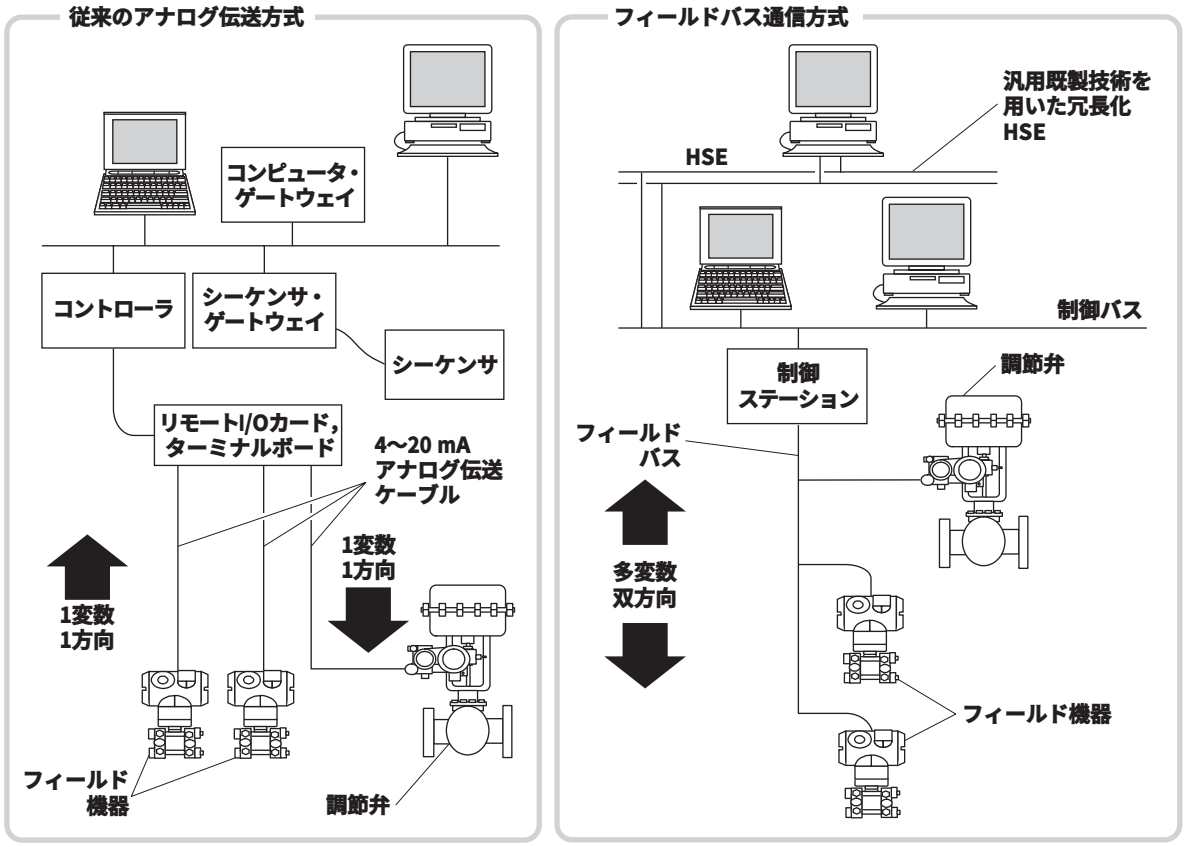



F010101.EPS

**図1.1　フィールドバスの位置づけ**

# 1.2 フィールドバスの利便性

フィールドバスは，生産ラインの生涯コストを低減することにより，当該プラントのTCO（Total Cost of Ownership）を低減すると期待されています。
図1.2に従来のアナログ伝送システムとフィールドバス通信システムの比較を示します。




F010201.EPS

**図1.2 アナログ伝送システムとフィールドバス通信システムの比較**

## ■ 計画段階における利便性

フィールドバスは，ユーザのプラント設備群を，デジタル通信ネットワーク上の，単一のプラントオートメーションシステムに統合することを可能にします。これらのネットワークベースシステムは，複数のサプライヤから供給されるデバイスを，特別注文のソフトウェアなしに接続し，より小さな中央計器室，より小さなキャビネット室，いっそうの情報生産性の向上を実現します。

## ■ 設置段階における利便性

フィールドバスは，ネットワーキング，または，マルチドロップ構成で，従来のアナログ伝送システムにおける，1対1配線構造を置き換えることによって，設置コストと材料コストを低減できます。一方，インテリジェントフィールド機器は，試運転とプラントスタートアップの期間を短縮し，かつ，これら作業に要する費用をより安価にします。

## ■ 運転段階における利便性

フィールドバスは，ユーザのプラントの制御を効果的に最適化するため，制御システムの各種の装置を，単一システムに統合します。加えて，統合ヒューマンマシンインタフェース（HMI）が，運転操作に提供されます。FF機能ブロックは，フィールドデバイスに搭載可能であり，これにより，制御機能をフィールドに移行することが可能となります。

## ■ 保守段階における利便性

フィールドバスは，プラント制御に影響を与えることなしに，フィールド計器の自己診断，キャリブレーション，および環境条件に関する情報の通知を可能にします。フィールドバスは，自己診断機能などインテリジェント化された計器の使用により，ユーザの予備および交換用計器の在庫を，大幅に削減できます。機器管理用のソフトウェアパッケージを用いることにより，保守コストを最小にすることができます。

## ■ 改造段階における利便性

フィールド計器の機能強化には終わりがありません。フィールドバス機器は，市場の標準的な計器になりつつあり，ユーザのプラントの寿命を，コスト効率よく，かつ，容易に延長できます。単に，新しいデバイスを単純に接続するだけで，直ちに先進の機能がもたらす恩恵を享受できます。そして，ネットワークベースシステムは，機能ごとに独立しており，アップグレードがオンラインで可能であるため，アップグレードコストが削減できます。

# 1.3 FOUNDATION フィールドバス

フィールドバスは，製品ではなく，エンドユーザが上記の利便性を利用できるようにする技術です。上記の利便性を実現するためには，下記2つの条件が必要です。

・ 多くのベンダがフィールドバス計器を提供する。
・ これらのデバイスは，相互運用できる。

フィールドバス協会は，これらのゴールを達成するために，1994年に設立されました。同協会の主な活動は，下記のとおりです。

・ ユーザとベンダの両者のために，ただ1つの国際的なフィールドバスを推進すること
・ FOUNDATION フィールドバス仕様を供給すること
・ 教育を含むフィールドバス実装のための技術を提供すること
・ 相互運用性を達成するためのインフラを整えること

FOUNDATION フィールドバスは，IEC/ISA 標準 （IEC61158 and ISA S50.02）のサブセットです。フィールドバス協会とその会員は，上記の利便性をエンドユーザに提供する技術として，FOUNDATION フィールドバスを採用します。

**本書では，FOUNDATIONフィールドバスのことを，単に，フィールドバス，または，FFと記す場合があります。**

Blank Page

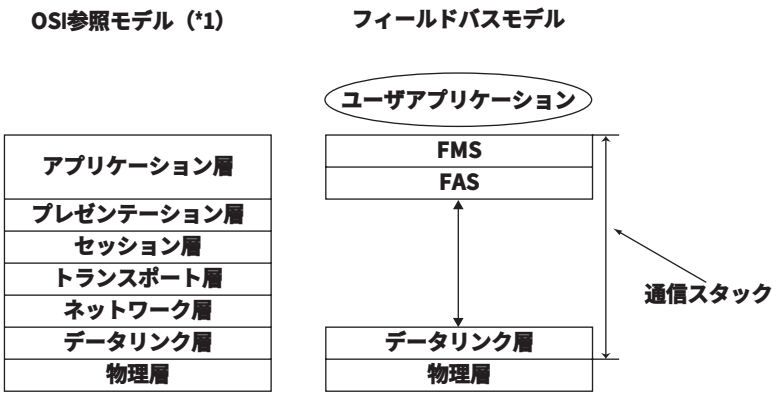
# 2. フィールドバスの通信技術

本章では，「FF機能ブロック」と他のアプリケーションをサポートするための，基礎的な通信技術について説明します。通信技術は，配線を除いて，見ることはできませんが，通信の基礎的なメカニズムについて正確な知識を持つことは，「FF機能ブロック」が，ユーザプラントの計装において，どのように動作するかを知る上で，重要です。もし，すでにフィールドバス通信の知識を持っているか，または，「FF機能ブロック」を急いで知りたいと希望される場合は，本章をスキップして3章に進んでください。
本章では，フィールドバスがユーザアプリケーションをどのように動作させ，サポートするかを説明します。フィールドバスが，プラント制御システムのアプリケーションに対し，いかに注意深く設計されているかについて理解いただけると考えます。
本章では，フィールドバス協会の仕様であり，IEC/ISA国際規格のサブセットであるFOUNDATION フィールドバスの技術について説明します。

# 2.1 通信のモデル

## 2.1.1 OSI参照モデル

通信仕様を，開放型システム間相互接続（OSI）の層モデルを参照して説明します。FOUNDATION フィールドバスは，物理層（PHL），データリンク層（DLL），およびアプリケーション層（APL）の3層からなる，簡素化されたOSIモデルに従って仕様が規定されています。OSIモデルは，図2.1を参照してください。2～7層は，主にソフトウェアで占められており，このため，「通信スタック」と呼ばれることもあります。




FMS：メッセージング副層　FAS：アクセス副層

*1：OSIモデルにおいて，ユーザアプリケーションは定義されていません。

F020101.EPS

**図2.1　OSI参照モデルとフィールドバスモデル**

OSIモデルは，ユーザアプリケーションを規定していませんが，フィールドバス協会は，通信のみでなく， FOUNDATIONフィールドバス通信を使用する，いくつかのユーザアプリケーションをアプリケーション層の上位に規定しています。FOUNDATIONフィールドバスのアプリケーション層は，アクセス副層（FAS）およびメッセージング副層（FMS）の，2つの副層からなります。FASは，データリンク層にFMSサービスを結びつける役割を果たします。図2.2は，FOUNDATIONフィールドバスのアーキテクチャを示します。

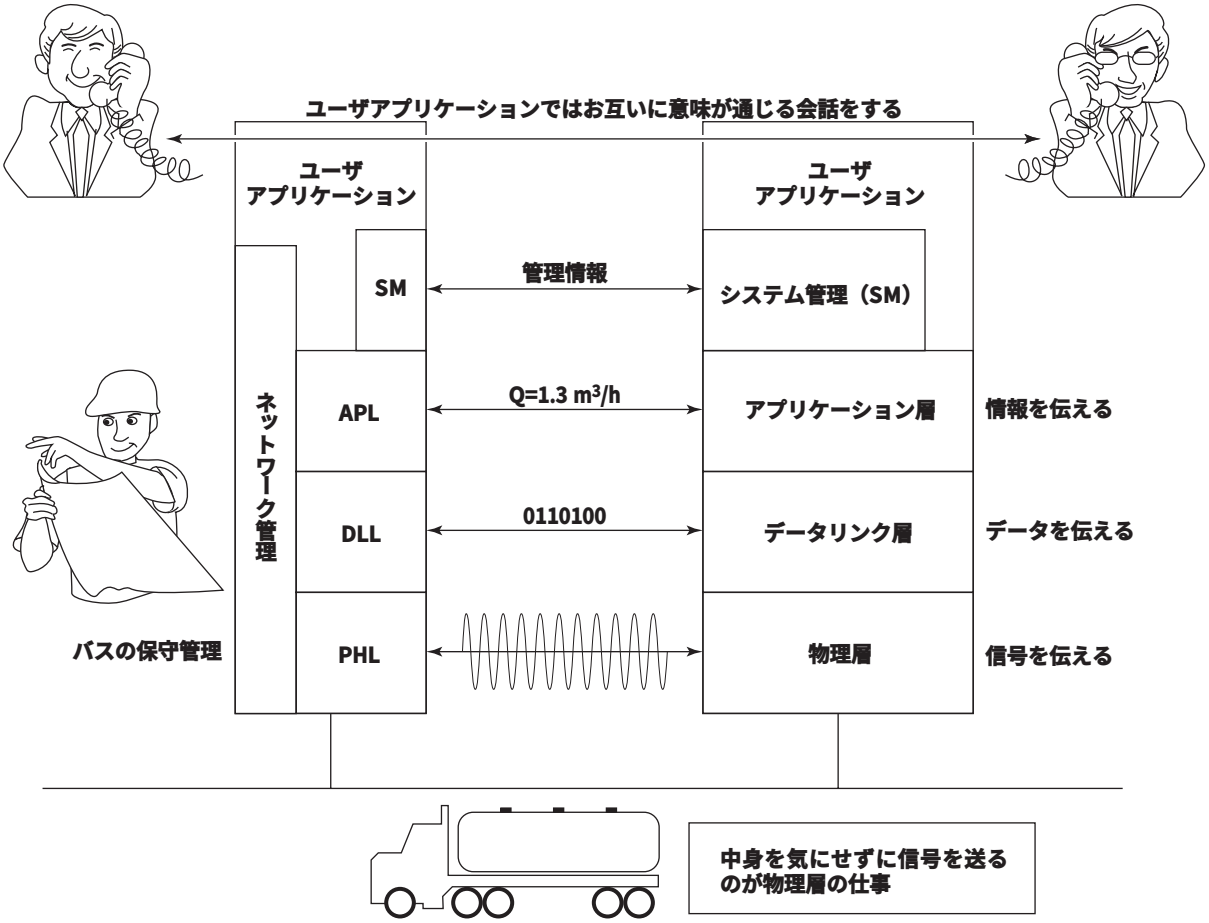
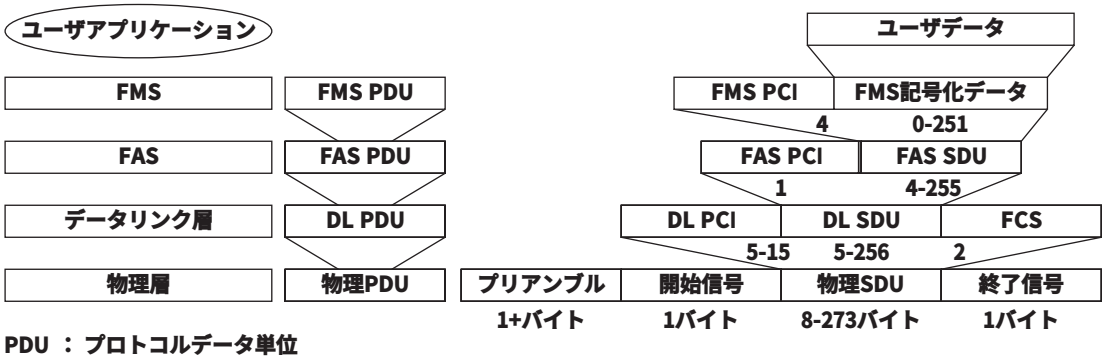



**図2.2　FOUNDATIONフィールドバスのアーキテクチャ**

## 2.1.2 プロトコルデータ単位

図2.3は，ユーザデータが，FOUNDATIONフィールドバス上で，どのように伝送されるかを示します。各層では，上位層からの情報にプロトコル制御情報（PCI）と呼ばれる層制御情報を付加します，その結果，下位層になるほど，より多くの情報が付加されることになります。
同一層の間で交換されるデータ単位は，「プロトコルデータ単位（PDU）」と呼ばれます。PDUは，1つ上の上位層のPDUである「サービスデータ単位（SDU）」と呼ばれる，オプションデータを含むことがあります。しかし，同一通信層間の機能を実行する際には，これと異なり，SDUなしのPDUと交換し合います。



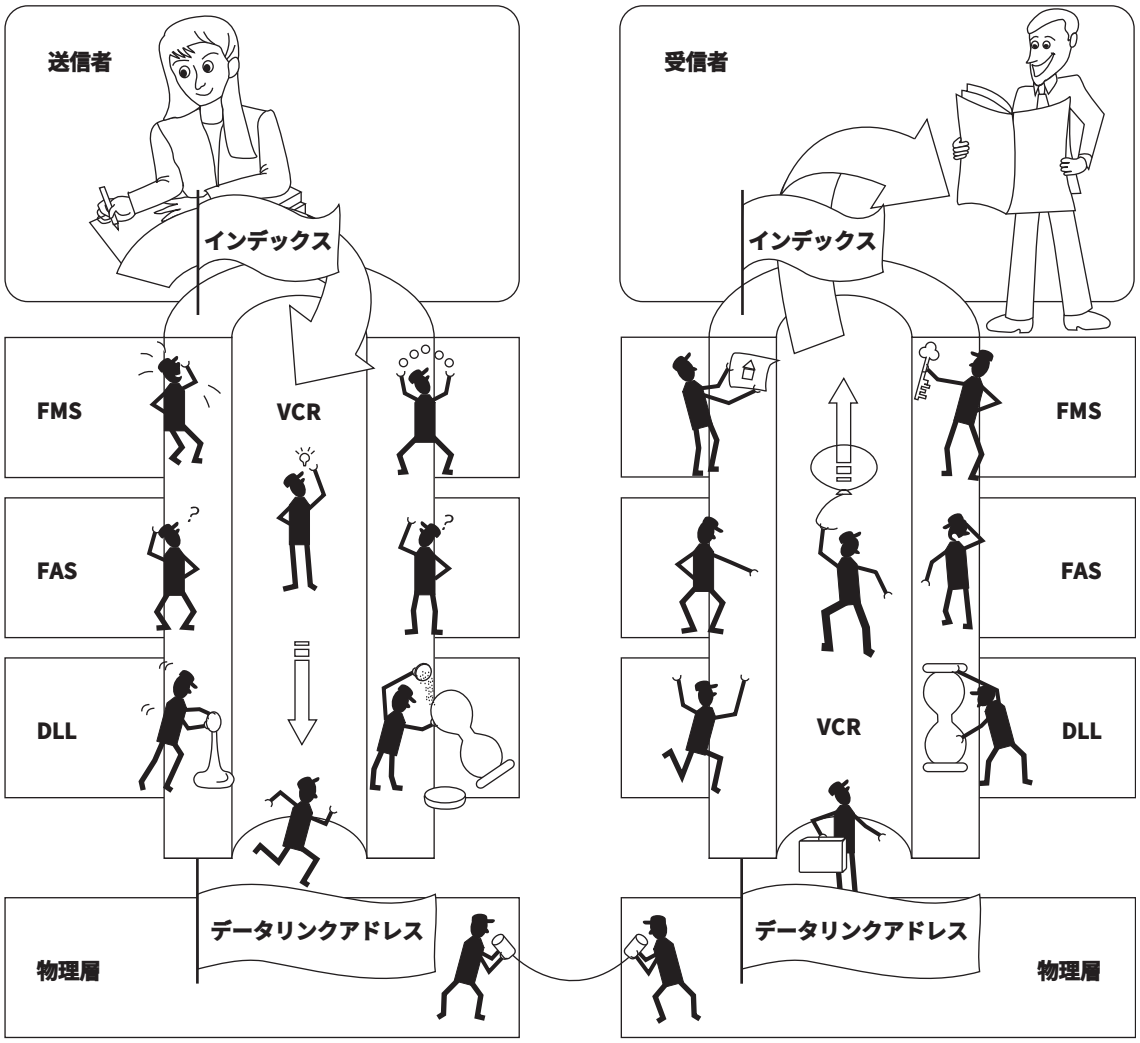

PDU ： プロトコルデータ単位
SDU ： サービスデータ単位
PCI ： プロトコル制御情報
FCS ： フレームチェックシーケンス

F020103.EPS

**図2.3 ユーザデータの伝送**

## 2.1.3 VCR（仮想通信路）経由の通信

メッセージは，FOUNDATIONフィールドバス上にあるアプリケーションの間で交換されます。メッセージを伝送するとき，そのメッセージは，通信線に行く前にプロトコル制御情報（PCI）を付加するため，仮想通信路（VCR）と呼ばれるチャンネルを通過します。メッセージの宛先では，そのメッセージは，VCRを経由して受信アプリケーションへ到着します。PCIは，メッセージが，VCRを通過する際，各通信層がそれぞれ特有の機能を実行するため，付加されたり，除去されたりします。図2.4を参照してください。




VCR：仮想通信路（Virtual Communication Relationship）

F020104.EPS

**図2.4　VCR経由の通信**

フィールドバスデバイスは，多くのVCRを持っており，同時に，いろいろなデバイスまたはアプリケーションと通信できます。このことは，VCRが，情報を失うリスクなしに正しい相手に伝送することを保証していることにより，可能となります。アプリケーションは，応用層において指定された「インデックス」と呼ばれるデバイス固有の識別子で，VCRを識別します。また，VCRは，データリンク層において指定される「DLアドレス」で，他のデバイスから識別されます。1つのVCRは，メッセージを格納するための1つのキュー（待ち行列：先入れ，先出しメモリ），または，1つのバッファ（データを貯めるメモリ）を持っています。ネットワーク構築（コンフィギュレーション）は，ネットワーク管理を通して，VCRに他の操作情報に加え，インデックスおよびDLアドレスの正しい情報を付与します。

# 2.2 物理層

物理層は，1および0からなるデータを，1つのノードから他のノードに伝送する目的で，伝送媒体に対し電気／光信号を，または，伝送媒体から電気／光信号を，送信および受信するための機構です。物理層の規定は，配線，信号，波形，電圧，および電気と光に関係するその他のすべてにわたります。IEC/ISA標準は，いろいろな通信速度とともに，いろいろな媒体を規定していますが，フィールドバス協会は，この一部である，低速の電線と光ファイバ媒体，およびEthernetを選択しました。Ethernetは，本書の2.6節にて説明します。

## 2.2.1 “31.25 kbps”物理層

"31.25 kbps"物理層は，1992年にIECおよびISAが承認して以来，最も一般的な物理層です。本書は，電線媒体についてのみ説明していますが，光ファイバを選択することもできます。31.25 kbpsは，最新の通信技術と比較すると遅いように思われますが，従来の4～20 mAアナログ伝送を置き換えるために必要です。これは，プラントの各種環境で使用される，フィールドデバイスに適用できるように考えられています。多くのユーザは，2線式伝送器が持つ容易な設置性を望んでいます。また，爆発性ガスが存在するプラントの危険エリアにおいて，消費電力の大きいハイパフォーマンスの電子機器の使用はできません。非常に低消費電力のデバイスを要求する，これらのアプリケーションのために，31.25 kbpsの伝送が選択されました。
フィールドデバイスは，自身の電子回路へエネルギーを供給するための電流を，媒体から取り込むことができます。これを，「バス給電」デバイスと呼び，既存の2線式計器に対応するフィールドバスの機能です。

## 2.2.2 信号化方法

フィールドバスは，電線に電気信号を伝送するため，スマート（ハイブリッド）伝送器と同様の技術を利用しています。図2.5は，信号伝送の等価回路を示します。供給電圧は，典型的なインダクタからなるインピーダンスコンディショナを通して，電源から供給されます。供給電圧は，デバイスの端子の部分で9～32 Vです。インピーダンスコンディショナは，信号周波数帯において400 Ω以上の電源出力インピーダンスとなります。

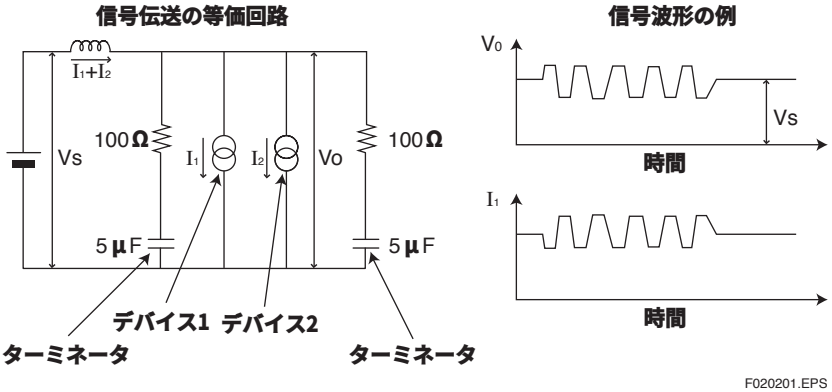
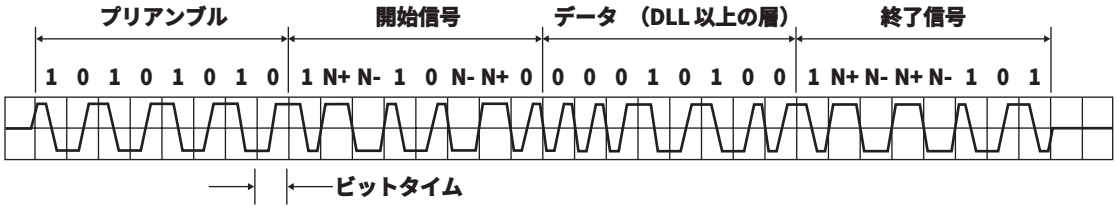



**図2.5　信号伝送の等価回路**

各ケーブル端には，100 Ωインピーダンスのターミネータを取り付けます。これにより，ケーブルが平衡伝送ラインとなり，比較的高い周波数の信号を，最小の歪で伝送できます。図2.5において，$I_1$，$I_2$は，デバイス1，デバイス2を通過する電流です。デバイス1が自身を通過する電流$I_1$を10 mA増加すると，電源のインピーダンスコンディショナが，インダクタを通して電流変化を防ぐため，ターミネータのキャパシタから供給され，電線間の電圧は，0.5 V（= 10 mA × 50 Ω（ターミネータの100 Ωが2個並列））低下します。次に，デバイス1が自身を通過する電流$I_1$を20 mA減少すると，ターミネータのキャパシタに電流が供給され，電線間の電圧は1V高くなります。こうして，平均電流を一定に保ち，1 V p-p振幅の変調信号を生成します。
データは，1ビット区間（31.25 kbpsの場合，32 μs）の中央における電圧変化として記号化されます。データ1は，ビット区間の中央において電圧低下として記号化され，一方，データ0は，電圧上昇として記号化されます。その他に，フレームの区切りのための開始／終了信号のように，通常のデータとは区別して特別に認識したいような信号を作り出すために，ビット区間の間一定電圧として記号化されるN+ およびN- があります。N+ およびN- は，PHL SDU（= DL PDU）の開始と終了を記号化するため，開始と停止の境界子として使用されます。物理層は，DL PDUにおける0と1のいかなる組み合わせも伝送できます。

図2.6は，物理層の信号の典型的な波形を示します。受信物理層は，プリアンブル（前文），および，8個1組（バイト）のフレーム開始信号により，ビット区間を開始します。フレーム終了信号は，物理層信号の終了を示します。プリアンブルの長さは，信号がリピータを通過する場合，増加できます。

**信号波形**




F020202.EPS

**図2.6　　物理層の信号波形の例**

## 2.2.3 配線ルール

IEC/ISA標準は，フィールドバスネットワークの任意の場所のデバイスにおいて受信される信号の，最少振幅と最悪波形を規定しています。物理層の受信回路は，この信号を受信できる必要があります。
ユーザは受信信号品質がすべての受信ノードにおいて保証される限り，いかなる方法でも，伝送ラインを構築することができます。しかし，ガイドライン無しに，この要求を実現することは，容易ではありません。このため，ISA SP50委員会は，ネットワーク設計を単純化するため，配線ルールのセットを開発しました。フィールドバスがこれらのルールに従って設計されているならば，受信信号は，常に最低限の要求を満足します。これらのルールは，少し保守的ですが，稼動可能なネットワークを設計するために便利です。

ルール1：フィールドバス上のデバイス数は，2～32台
ルール2：ケーブルは，対より線各対毎シールド（Type A），線径＃18AWG（米国電線規格18番線（0.82 $mm^2$））を使用
ルール3：最大ケーブル長は，1900 m
ルール4：最大分岐長は，120 m
　最大分岐長は，接続デバイス数により，表2-2に示す値とする。（*1）
ルール5：対より線一括シールド（Type B），線径＃22AWG（米国電線規格　22番線（0.32 $mm^2$））を使用する場合，最大ケーブル長は，1200 m

**表2.1　ケーブルの種類と最大伝送距離（ルール3，5）**

| ケーブル種類 | ケーブル形式 | ケーブル最大長（参考値） |
|---|---|---|
| Type A（対より線各対毎シールド） | ＃18AWG (0.82 $mm^2$) | 1,900 m |
| Type B（対より線一括シールド） | ＃22AWG (0.32 $mm^2$) | 1,200 m |
| Type C（対より線シールド無し） | ＃26AWG (0.13 $mm^2$) | 400 m |
| Type D（平行線一括シールド） | ＃16AWG (1.25 $mm^2$) | 200 m |

T020201.EPS

注：　当社は，Type Aの使用を推奨しています。
　　Type B，Type Dについては，使用制限があります。
　　当社は，Type Cの使用を推奨しません。

**表2.2　接続デバイス数による最大分岐長（ルール4）（*1）**

| フィールドバス上のデバイス数 | 最大分岐長 |
|---|---|
| 1～12台 | 120 m |
| 13～14台 | 90 m |
| 15～18台 | 60 m |
| 19～24台 | 30 m |
| 25～32台 | 0 m |

T020202.EPS

幹線ケーブルと分岐ケーブルについては，図2.7を参照してください。

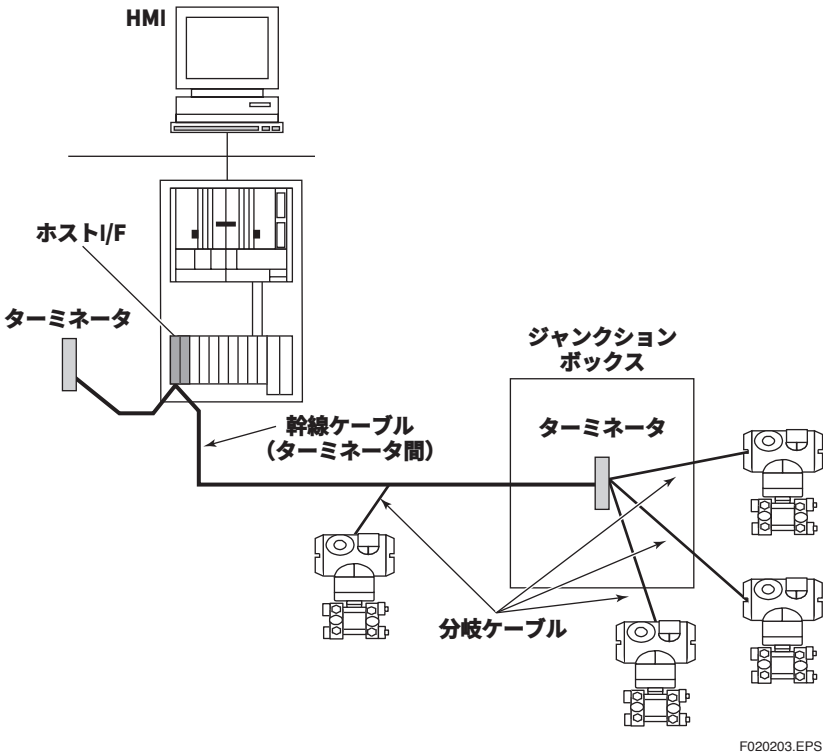



**図2.7　幹線ケーブルと分岐ケーブル**

ケーブルType AおよびType B以外のケーブルTypeについても規定されていますが，横河は，推奨できないと判断しています。
ユーザは，ケーブル設置図面をみれば，上記ルールに適合しているかどうかをチェックすることができます。フィールドバス上のデバイス数を制限するルールとしては，上記ルールのみではないことに注意ください。他のルールについては，4章で，説明します。

*1： 分岐ケーブルの最大長は，ルール4で設計することが基本です。ただし，実際のアプリケーションでは基準値を超える場合も考えられるため，より実用的な分岐ケーブル長が必要です。そのため，IECおよびISA規格におけるルール4は，推奨値であることを考慮して，横河CENTUMシステムによる延長の可能性を評価した結果，下記の範囲内であれば延長を可能とします。
・ フィールドバスは，Type Aケーブルを使用
・ 接続台数：16台以内（実用上のセグメント当たりの接続機器台数を想定）
・ 単位分岐長：120 m以内
・ 最大トータル分岐長（単位分岐長の合計）：960 m
・ 最大トランクケーブル長（幹線ケーブル長）：{1900 m－（トータル分岐長）}
なお，分岐配線を行うジャンクションボックス（JB）の数には制約はありません。
ルール4に示す分岐ケーブルの最大長は，規格 IEC61158-2およびISA S50.02 Annex B (informative)において，推奨値として示されており，Type A，Type B， Type C，Type Dケーブルとも同じ値となっています。

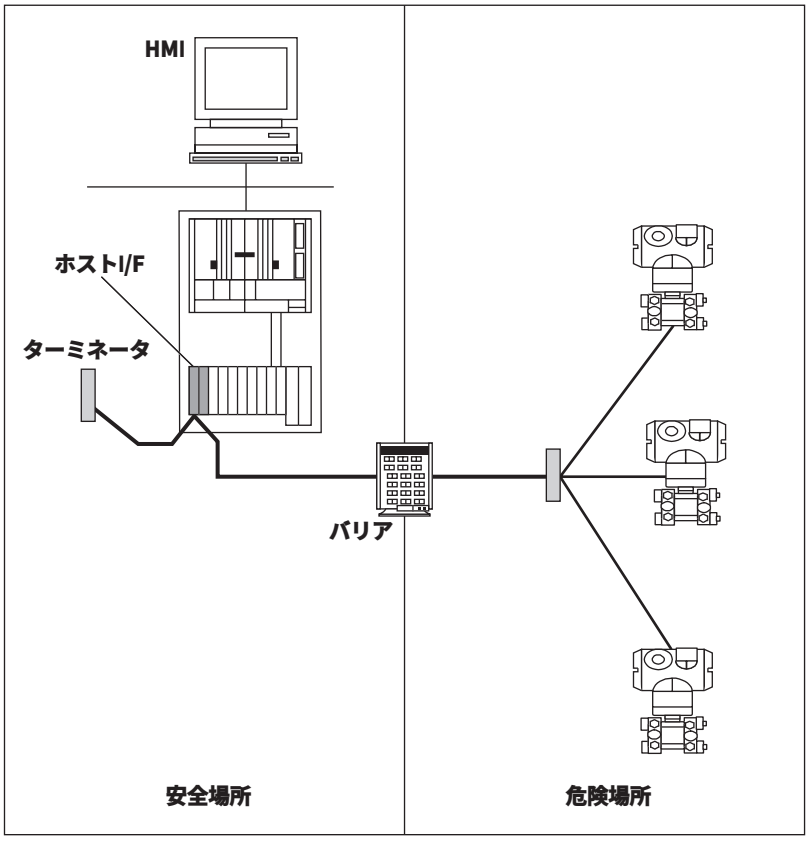
## 2.2.4 本質安全の考慮

本質安全（本安と略します）設置は，爆発性ガスが存在するプラントにおいて重要です。本安は，危険場所に設置されたデバイスの放電または表面温度によって，爆発性ガスが，点火されるのを防ぐための，危険場所に設置するデバイスの設計および設置のルールです。本安フィールドデバイスは，自身のコンポーネントの単一故障が発生した場合でも，点火を防ぐよう注意深く設計されています。

本安バリアは，図2.8に示すように，安全場所から危険場所を分離するために設置します。バリアは，危険場所に設置されたデバイスに供給する，電圧，電流および電力を厳しく制限します。そのため，フィールドデバイスは，制限された電源で動作しなければなりません。

デバイスとバリアは，安全機関（IEC，FM，CENELEC，PTB，など）によって提供されているものと同一の設計規格に合致していなければなりません。

本安は，爆発性ガスが常時存在する場所である「ゾーン0」に対し，唯一適用可能な技術であることに注意してください。爆発性ガスが，常時ではないが，ほとんどの場合存在する場所である「ゾーン1」においては，本安に加え，防爆技術も適用できます。防爆は，ハウジング設計の技術であり，フィールドバス技術からは独立しています。




F020204.EPS

**図2.8　安全場所と危険場所の分離**

# 2.3 データリンク層

データリンク層は，1つのノードからデータを必要とするノードにデータを伝送するためのメカニズムです。データリンク層は，伝送要求の優先度と順序を管理します。データリンク層の規定は，データ，アドレス，優先度，媒体アクセス制御，およびその他メッセージ伝送に関するすべての事項です。データリンク層は，低速物理層上で動作するので，効果的な方法で媒体を使用するメカニズムを持っています。FOUNDATIONフィールドバスデータリンク層は，ISA S50.02のpart - 3/4 およびIEC61158-3/4のtype 1のサブセットです。

## 2.3.1 媒体アクセス制御

データリンク層の最も重要な機能は，フィールドバスの媒体アクセス制御（MAC）です。同一ケーブル上のすべてのデバイスは，同じ物理層の信号を受信するので，ある時刻において，それらデバイスのうちの唯一のデバイスのみが，信号の伝送を許可されます。MACは，この目的を達成するための方法です。同じ物理層の信号を共有しているデバイスの領域は，1つの「リンク」と呼ばれます。言い換えれば，1つのリンク上の唯一のデバイスのみが，ある時刻において，媒体（物理層）を使用できます。リンクアクティブスケジューラ（LAS）（*1）は，媒体アクセスを制御する役割を持っています。PDUを送信する権利は，「トークン」と呼ばれます。LASは，トークンを所有し，メッセージを送信することを許可するため，他のデバイスにトークンを与えます。そして，トークンは，更なる媒体アクセス制御のため，LASに戻されます。アプリケーションメッセージは，緊急度に関しいろいろなレベルを持っていますので，データリンク層は，それらの緊急度に応じて，メッセージを伝送するメカニズムをサポートします。データリンク層は，URGENT（緊急），NORMAL（通常），および，TIME_AVAILABLE（通信可能時）の順序で，3レベルの「優先順位」を提供します。URGENTメッセージは，他のNORMALまたはTIME_AVAILABLEの優先順位が待ち行列にある場合でも，直ちに伝送されます。各優先順位に許可される最大データサイズを，表2.3に示します。

*1： LASの機能については，2.3.3項で説明します。

**表2.3 各優先順位の最大データサイズ**

| 優先順位 | 最大データ（DLSDU(*1)）サイズ |
|---|---|
| URGENT | 64バイト |
| NORMAL | 128バイト |
| TIME_AVAILABLE | 256バイト |

T020301.EPS

*1：DLSDU：データリンクサービスデータ単位

## 2.3.2 アドレス

データリンク層における通信パートナーは，Link，Node，およびSelectorの3つのコンポーネントからなる，DLアドレスで識別されます。Linkフィールドは，16ビットからなり，「リンク」を識別します。通信が同一リンク内である場合，このフィールドは，しばしば省略されます。このフィールドは，メッセージがブリッジを通して他のリンクに行く場合，必要です。表2.4は，データリンクアドレスを構成するLink，NodeおよびSelectorのビット長の例を示します。

**表2.4 データリンクアドレスを構成するLink，NodeおよびSelectorのビット長の例**

| データリンクアドレスのコンポーネント | ビット長の例 |
|---|---|
| Link | 16ビット |
| Node | 8ビット |
| Selector | 8ビット |

T020302.EPS

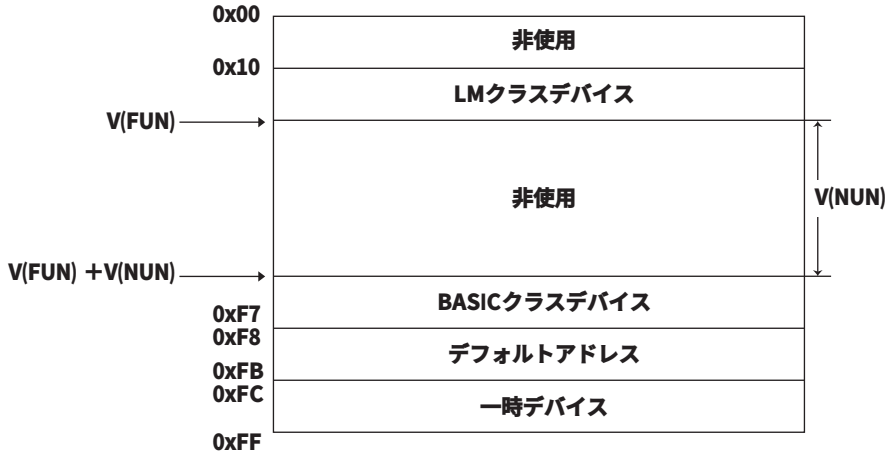
Nodeフィールドは，8ビットのノードアドレスを与えます。FFデバイスは，0x10～0xFFの範囲のノードアドレスを持っており，これをLM用，BASIC用，デフォルト用，一時用に区分けして運用します。通常，デバイスは，デバイス自身のクラスに従い，LMまたはBASIC用に割り当てられたアドレスを持っています。デバイスがノードアドレスをなくした場合，デフォルト用に割り当てられたアドレスのうちの1つを使用して通信します。ハンドヘルド通信機器など，一時使用のデバイスは，一時用ノードアドレスを持っています。リンクアクティブスケジューラは，0x04のノードアドレスを持っています。

表2.5および図2.9は，フィールドバスリンク内で使用されるアドレスレンジを示します。サイズV(NUN)の非使用のアドレス領域があります。もし，デバイスが，この非使用内のアドレスを持つならば，そのデバイスは，決してリンクに加わりません。V(FUN)およびV(NUN)は，ネットワーク管理を通してアクセスできるパラメータです。

**表2.5　フィールドバスリンク内で使用されるアドレスとデバイスクラスの対応**

| フィールドバスリンク内のアドレス | デバイスクラスと用途 |
|---|---|
| 0x10 ～ V(FUN) | リンクマスタクラスのデバイス用 |
| V(FUN)＋ V(NUN) ～ 0xF7 | BASICクラスのデバイス用 |
| 0xF8 ～ 0xFB | アドレスをなくしたデバイスに対するデフォルトアドレス |
| 0xFC ～ 0xFF | ハンドヘルド通信機器などの一時使用デバイスに対するアドレス |

T020303.EPS




F020301.EPS

**図2.9　フィールドバスリンク内で使用されるアドレスレンジ**

Selectorフィールドは，VCRを識別する8ビットのデバイス内部アドレスです。1つのVCRが他のVCRに接続される場合，そのVCRは，このフィールド内で示されるDLCEP（データリンク接続端点）で識別されます。1つのVCRが，他に結合されなく，送信／受信メッセージにオープンである場合，そのVCRは，このフィールド内で示されるDLSAP（データリンクサービスアクセス点）で識別されます。DLCEPとDLSAPは，異なるレンジを持っています。

いくつかのDLアドレスは，特定の目的のために確保されています。たとえば，デバイスは，警報の受け入れに対し，同じ「グローバル」DLSAPを共有できます。

## 2.3.3 リンクアクティブスケジューラ（LAS）

リンクアクティブスケジューラ（LAS）は，媒体アクセスを制御する役割を持っています。FFデバイスは，デバイスクラス（BASIC，リンクマスタ（LM），およびブリッジ）にクラス分けされています。LMクラスのデバイスは，LASとして動作する能力を持っていますが，一方，BASICクラスデバイスは，LASとして動作する能力を持っていません。ブリッジクラスのデバイスは，LMの能力に加え，リンクに接続する機能を持っています。リンクにおいて，必ず1台のデバイスのみが，LASとして動作します。そのため，少なくとも1つのLM（またはブリッジ）クラスのデバイスが，リンク内に存在する必要があります。起動された時点でLASが存在しない場合，または，それまで存在したLASが故障した場合，複数のLMデバイスが，LASの役割を獲得することを試みます。最小ノードアドレスを持つLMデバイスが，この獲得競争に勝ちます。他のLMデバイスは，LASの活動を観察し，LASが無くなった場合，その役割を引き継ぎます。図2.10は，リンクマスタクラスのデバイスがLASになる過程を示します。

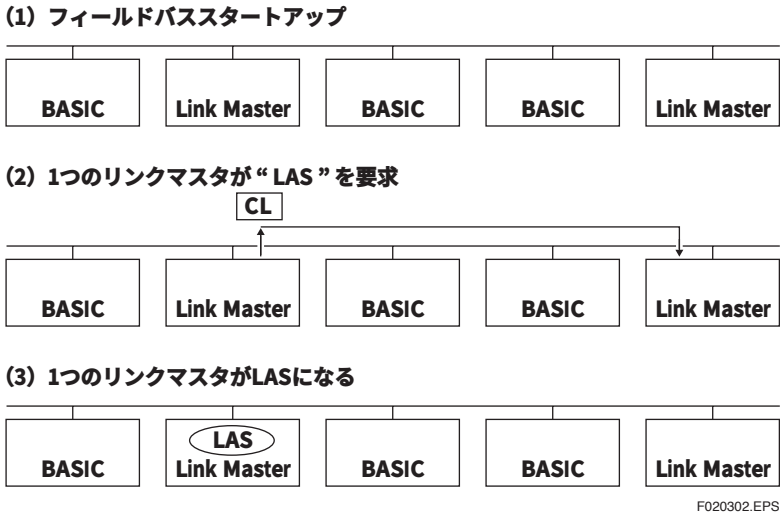


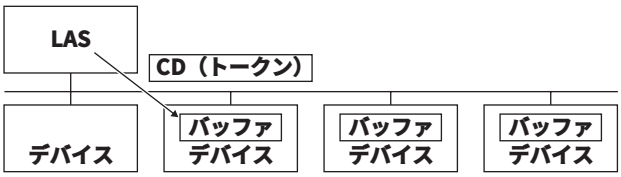

**図2.10　リンクマスタがLASになる過程**

LASは，通常の通信に対する，付加的な機能であることに注意してください。このため，LASは，ノードアドレスと異なるDLアドレス（0x04）を持っています。

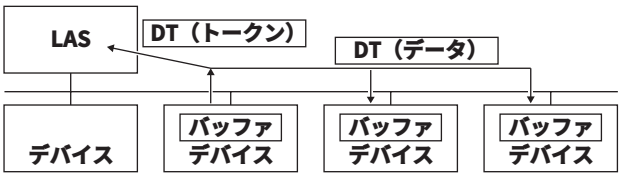
## 2.3.4 スケジュール化された通信

FF機能ブロックが連携動作をするためには，スケジュール化された通信が必要です。LASはこの機能を持っています。FF機能ブロックは，同期して動作する分散化されたアプリケーションです。LASは，同期化データ伝送についての通信部分を管理しています。
1つのFF機能ブロックの出力パラメータは，データの「パブリッシャ（発行者）」であり，このデータを受信する他のFF機能ブロックは，「サブスクライバ（引用者）」と呼ばれます。LASは，ネットワークスケジュールを使用し，パブリッシャからサブスクライバへの周期的なデータ伝送を制御します。
スケジュール化された通信を行うべき時間になると，LASは，パブリッシャDLCEPにデータ要求（CD）PDUを送ります。パブリッシャは，DLCEPのデータバッファに保存されているデータ伝送（DT）PDUを，ただちに伝送します。サブスクライバは，LASからパブリッシャへのCDを受信すると，次にパブリッシャからデータが送出されると予測します。受信されたデータは，サブスクライバのバッファに保存されます。この場合のCD PDUは，LASからパブリッシャに対するトークンであり，また，DT PDUは，パブリッシャからLASに戻されるトークンに相当します。図2.11を参照してください。

**(1) LASはパブリッシャにCD（データ要求）を出す。**




**(2) パブリッシャはデータを発行し，サブスクライバはデータを獲得する。
トークンはLASに返却される。**




F020303.EPS

**図2.11 スケジュール化された通信におけるLAS制御**

データリンク層は，そのデータに対するPCIとして，「鮮度」を示す情報を付加しますので，サブスクライバは，データが，最後の発行以後，最新化されたかどうかを知ることができます。

## 2.3.5 スケジュール化されていない通信

スケジュール化されている通信以外の通信は，非同期の方法で通信します。LASは，リンク上の全ノードに，メッセージを送るための機会を与える責任があります。
LASは，1つのノードにパストークン（PT）PDUを送ることによって，トークンを与えます。1つのPT PDUは，優先度と持ち時間情報を含んでおり，そのノードが，与えられた優先度，または，それより上位の優先度の送信すべきメッセージを持たない場合，あるいは，与えられた時間が終了した場合，そのノードは，リターントークン（RT）PDUにて，トークンを返却します。
LASは，優先度を変化させることによって，メッセージ伝送を制御します。トークンが，短い時間間隔で，すべてのデバイスに与えられている場合，LASは，優先度を下げることによって，ノードにより多くの時間を与えます。逆に，トークンが「目標トークン巡回時間」と言うネットワークパラメータの範囲内で，すべてのデバイスに行きわたらない場合，LASは，優先度を上げ，トークンを要求された時間間隔で，すべてのデバイスに与えるようにします。
デバイスは，PT PDUで与えられた時間間隔内で，トークンを返却しなければなりません。スケジュール化されていない通信は，次のスケジュール化された通信が開始する前に終了する必要があります。
トークンは，DLCEPまたはDLSAPでなく，ノードに与えられることに注意してください。そのため，デバイスは，デバイス内のすべてのDLCEPおよびDLSAPが，メッセージを送ることを可能にするための責任があります。図2.12を参照してください。

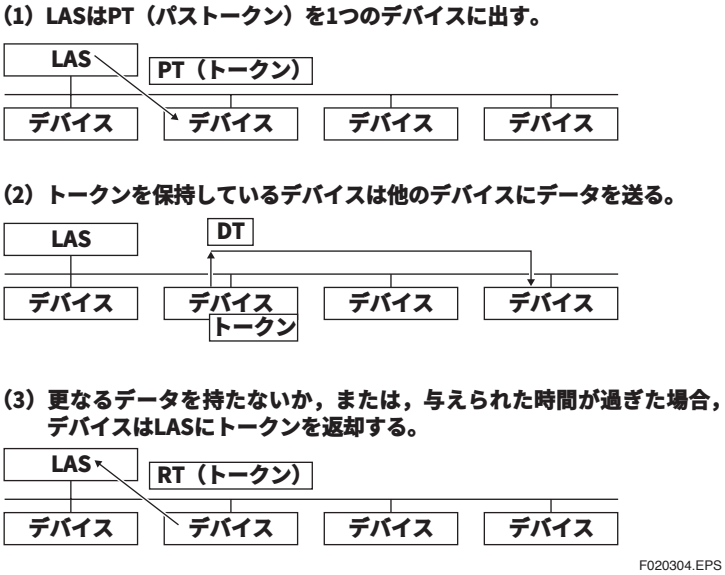



**図2.12　スケジュール化されていない通信におけるLAS制御**

## 2.3.6 リンクの保守

LASの第3の役割は，リンクを保守することです。LASは，LASが検出したすべてのデバイスに，トークンを与えます。新規のデバイスが，ネットワークに加わる場合，そのデバイスは，LASによって認識され，そして，「ライブリスト」と呼ばれるトークン順回リストに入れられなければなりません。

LASは，これまでに見付つけられなかったデバイスのノードアドレスに，プローブノード（PN）PDUを送ります。新規デバイスは，LASからPNを送信されるまで待ち，PNを受信後に，プローブ応答（PR）PDUをLASに返却します。そして，LASは，新規デバイスの全DLL機能を活性化した後，ライブリストにこのデバイスを追加します。（本書では，この活性化の手続きの説明は，省略します。）この新規デバイス探索は，与えられた間隔で繰り返されます。

デバイスがリンクから除かれる場合，そのデバイスは，もはやPTに応答しません。LASは，これを検出し，ライブリストからデバイスを削除します。

ライブリストにおいて，変更が検出された場合，LASは，その変更を広報するので，すべてのLMデバイスは，最新リストを共有し，LAS機能引継ぎの準備もできています。また，LASは，事前に決定されている間隔で，接続されたデバイスすべてに対し，データリンクタイム（LSタイム：時刻リンクスケジューリングタイム）を広報します。ネットワーク上のすべてのデバイスは，FF機能ブロックをスタートするために必要な同一時刻を共有することが可能となり，その時刻は，「ネットワークタイム」とも呼ばれます。

## 2.3.7 データリンクPDU

表2.6は，FOUNDATIONフィールドバスにおける，データリンク・プロトコルデータ単位（DL PDU）の一覧を示します。

**表2.6 データリンク・プロトコルデータ単位（DL PDU）一覧**

| DL PDU | 名称 | 機能 |
|---|---|---|
| EC | コネクション確立 | DLCEP（データリンク接続端点）を接続する |
| DC | コネクション切断 | 切断する |
| CD | データ要求 | 発行者にデータを要求する |
| DT | データ転送 | データ単位を送る |
| PT | パストークン | トークンを与える |
| RT | リターントークン | トークンを返却する |
| RI | リクエスト間隔 | より長い時間のPTを要求する |
| PN | プローブノード | 新規ノードを捜索する |
| PR | プローブ応答 | リンクに加入する |
| TD | 時刻配布 | 時刻を同期する |
| CT | 時刻要求 | TDを要求する |
| RQ | ラウンドトリップタイム問合せ | TDにおける遅れを測定する |
| RR | ラウンドトリップタイム応答 | |
| CL | LAS要求 | LASになる |
| TL | LAS伝送 | LASの役割を要求する |
| IDLE | アイドル | 不活動，タイムアウトを防止する |

T020304.EPS

# 2.4 アプリケーション層

アプリケーション層は，2つの副層からなります。アクセス副層（FAS）は，データ伝送を管理し，一方，メッセージング副層（FMS）は，ユーザデータの記号化および解読を行います。

## 2.4.1 アクセス副層

アクセス副層（FAS）は，確立された通信の一部分です。フィールドバスは，DLLとAPL間の3～6層を持たないため，FASは，直接，APL要求をDLLサービスに配置します。これは，VCR管理の最重要部分です。
FASは，アプリケーションに対し，3つの通信の型を提供します。表2.7に，3つの型を示し，以下，説明します。ネットワーク管理者は，お互いに通信している型に従って，正しくVCRを構築することが，要求されます。一度構築されると，FASは，これらの型に従って通信の手段を提供します。

**表2.7 アクセス副層（FAS）における通信の型**

| 型（モデル） | DLL | スケジュールする者 | 方向 |
|---|---|---|---|
| クライアント／サーバ | キュー（待ち行列） | ユーザ | 双方向 |
| パブリッシャ（発行者）／サブスクライバ（引用者） | バッファ | ネットワーク | 1方向 |
| ソース／シンク | キュー（待ち行列） | ユーザ | 1方向 |

T020401.EPS

## ■ クライアント／サーバ型

クライアント／サーバ型は，一般的で，多くの通信技術で使用されています。「クライアント」と呼ばれるアプリケーションは，「サーバ」と呼ばれる別のアプリケーションに，FMSを通して特定のアクションを行うための要求を出します。
サーバが，要求されたアクションを終えた場合，その結果を，クライアントに伝送します。これは，DLCEPを用いる1対1の2方向通信です。
典型的な例は，ヒューマンマシンインタフェース（クライアント）が，FF機能ブロック（サーバ）のデータを読む場合です。クライアントは，サーバにリード（読み）要求を送り，サーバは，クライアントにデータを送り返します。この通信は，常時行われます。
クライアントは，一度に多くの要求を送ることができます。クライアント／サーバVCRは，これらの要求を保管するためのキュー（列）を持ち，当該ノードがトークンを持つとき，要求を1つずつ送ります。フロー制御のメカニズムは，エラー回復とサーバの処理能力を管理するために利用できます。図2.13を参照してください。

クライアント／サーバ型通信の特徴は，下記のとおりです。

- 1対1の双方向の接続付き通信
- 一般的な通信
  手動操作
  構築（コンフィギュレーション）のダウンロード
  保守
- 応答時間は下記に依存
  デバイスの処理能力
  バスの交通量

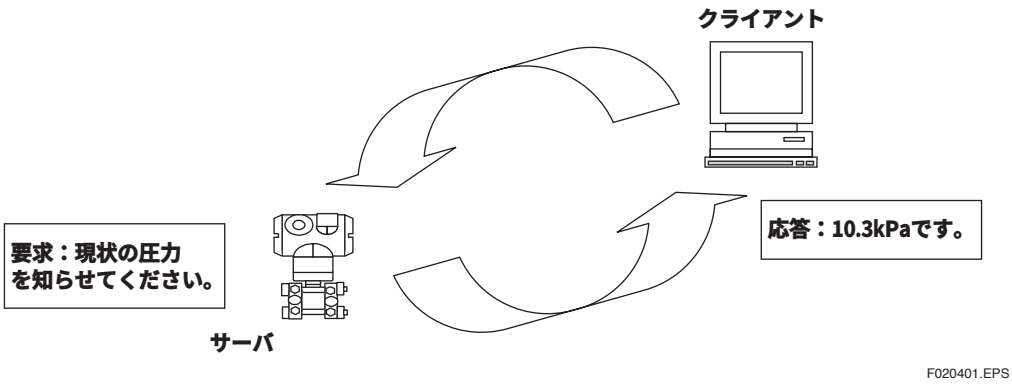



**図2.13　クライアント／サーバ型通信**

## ■ パブリッシャ（発行者）／サブスクライバ（引用者）型

パブリッシャ（発行者）／サブスクライバ（引用者）型は，FF機能ブロックにリンクするために設計されています。発行FF機能ブロックが動作する場合，その出力データは，パブリッシャVCRのバッファに蓄えられます。そして，LASは，VCRにCDを送り，VCRにDT PDUの中のデータを伝送させます。
サブスクライバVCRは，このPDUを受け，引用するFF機能ブロックにこのデータを与えます。
典型的な例は，アナログ入力（AI）ブロックの出力を，PID制御ブロックのプロセス値（PV）入力に結合することです。図2.14を参照してください。

パブリッシャ／サブスクライバ型通信の特徴は，下記のとおりです。

- 1対多数の1方向の接続付き通信
- 計装用のデータ伝送
  FF機能ブロックを接続
- 最優先の周期的スケジュール通信

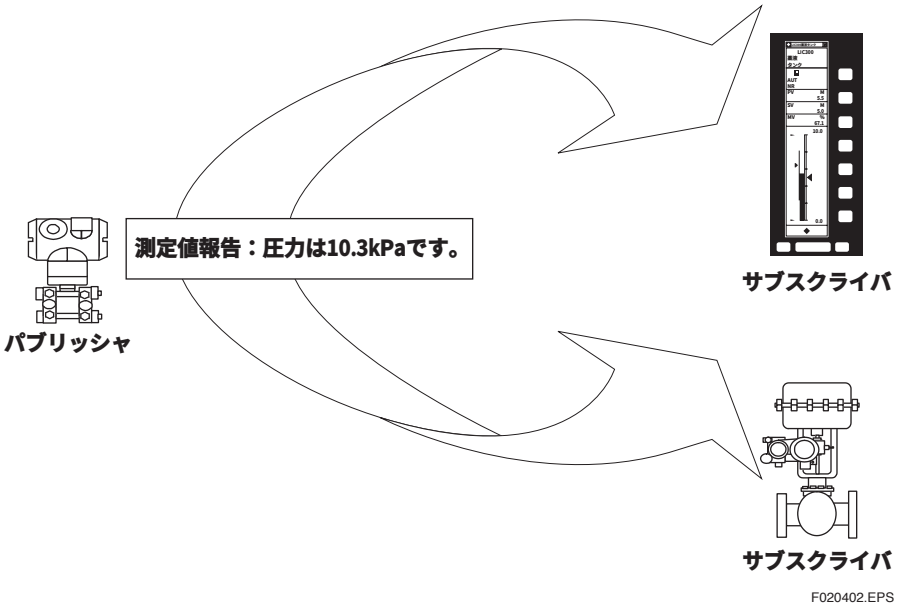



**図2.14　パブリッシャ（発行者）／サブスクライバ（引用者）型通信**

パブリッシャ／サブスクライバ型は，DLCEPを用いる，1対多数の1方向通信です。サブスクライバは，最後の発行後にデータが更新されたかどうかを知ることができます。データを更新するか否かに関わらず，定期的に，パブリッシャFF機能ブロックがバッファ内のデータを伝送するため，データが更新されたかどうかを示す情報は，重要です。

## ■ ソース／シンク型

ソース／シンク型は，メッセージを広報するために設計されています。ソース／シンク型は，スケジュールなしの1対多数の1方向通信です。この型は，「レポート通知型」と呼ばれることもあります。
ソースVCRは，デバイスがトークンを持った際，メッセージキューの中のメッセージを割り当てられたグローバルDLSAPアドレスに対し，伝送します。複数のシンクVCRは，同じグローバルアドレスを持ち，ソースから同じメッセージを受けます。
FFデバイスは，2つの特定の目的にこの型を使用します。1つは，ソースにおいて検出されたアラームまたはイベントをレポートすることであり，もう1つは，ソースFF機能ブロックのトレンドデータを伝送することです。アラームは，クライアント／サーバVCRを通して確認されます。アラーム記録機能にとっては，1つのVCRをもつ複数のデバイスからアラームを受信できることが望まれます。シンクは，ソースが，同じグローバルアドレスにメッセージを送るように構築されているならば，多くのソースからのメッセージを受信できます。シンクは，ソースのDLSAPアドレスでソースを識別できます。図2.15を参照してください。

ソース／シンク型通信の特徴は，下記のとおりです。

- 1対多数の1方向の接続なし通信
- イベント通知
  デバイスアラームまたはプロセスアラーム
  トレンド
- オンデマンドの不定期通信

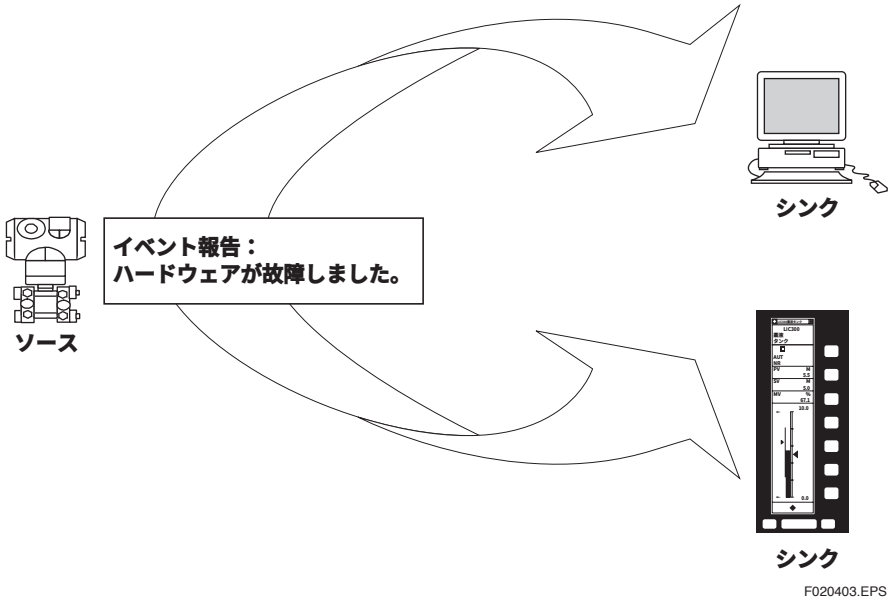


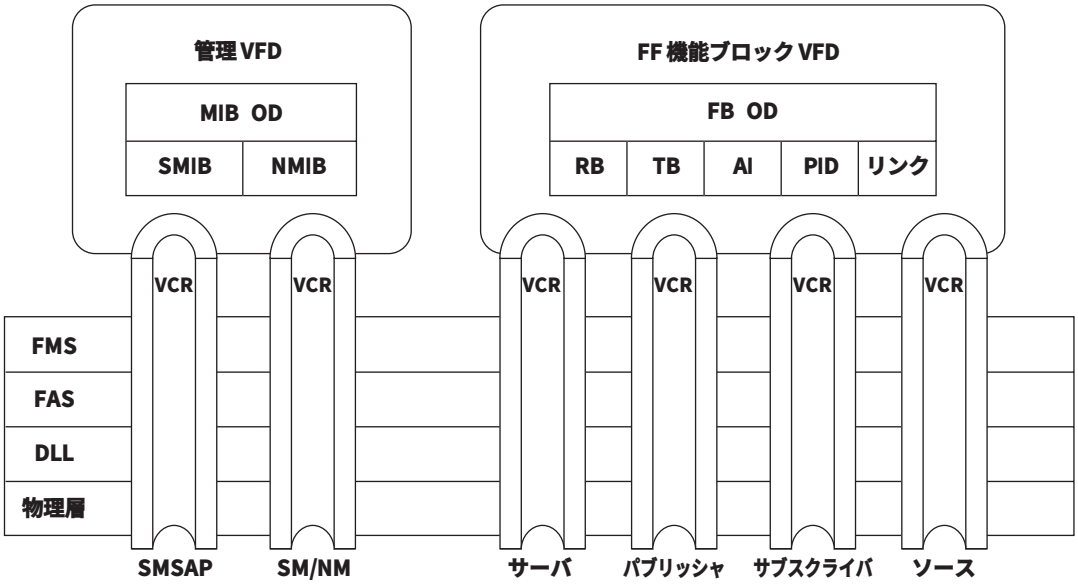

**図2.15　ソース／シンク型通信**

## 2.4.2 メッセージング副層

メッセージング副層（FMS）は，ユーザアプリケーションがフィールドバスサービスを使用するための，サービスインタフェースです。FMSは，ユーザアプリケーションからのサービス要求を記号化し，他のアプリケーションに送付します。受け側のFMSは，送付されたサービス要求を解読し，アプリケーションに通知します。

### ■ 仮想フィールドデバイス（VFD）

FFデバイスは，お互いに独立し，相互に影響しないユーザアプリケーションを持つことができます。FFデバイスは，このような個別のアプリケーションに対する仮想フィールドデバイスからなります。VCRに与えられた識別子は，VFDを識別します。
1つのFFデバイスは，少なくとも2つのVFDを持っています。1つは，ネットワークとシステム管理アプリケーションが存在する管理VFDです。管理VFDは，フィールドバスシステムにおいて，デバイスを管理することに加え，VCRを含むネットワークパラメータを構築するために用いられます。
もう一方は，FF機能ブロックが存在するFF機能ブロックVFDです。フィールドデバイスは，2つ以上のFF機能ブロックVFDを持つことができます。図2.16を参照してください。




VFD ：仮想フィールドデバイス
OD ：オブジェクト辞書
SMIB ：システム管理情報ベース
NMIB ：ネットワーク管理情報ベース
SMSAP：システム管理サービスアクセス点
FB ：FF機能ブロック
RB ：リソースブロック
TB ：トランスデューサブロック
VCR：仮想通信路（Virtual Communication Relationship）

F020404.EPS

**図2.16 管理VFDとFF機能ブロックVFD**

## ■ FMSオブジェクト

VFDにおけるアプリケーションは，属性，アプリケーションの動作，およびアクセス方法からなる「オブジェクトモデル」を用いて，ネットワーク上の他のアプリケーションに示されます。

### ● オブジェクトの例

FF機能ブロックは，他のアプリケーションがアクセスできる，パラメータオブジェクトを持っています。アラーム，FF機能ブロック結合もまた，オブジェクトです。これらの動作は，FF機能ブロックのアプリケーション仕様書で，詳細が規定されています。
ネットワーク動作は，メッセージ管理情報ベース（NMIB）オブジェクトを通して管理されます。システム動作は，システム管理情報ベース（SMIB）オブジェクトを通して管理されます。スケジュールとVCRもまた，オブジェクトです。

## ●オブジェクト辞書

オブジェクトは，VFD内でユニークである「インデックス」と呼ばれる番号で，識別されます。オブジェクトを記述するための情報が，オープンなシステムのために必要です。このような情報は，「オブジェクト辞書（OD）」と呼ばれます。これは，オブジェクトを説明するための「オブジェクト記述」と呼ばれる情報の集合です。
クライアントアプリケーションは，「Get OD」サービスで，その説明を読むことができ，そして，オブジェクトが値である場合は，その値を読むことができます。
最も基本的なオブジェクトは，値を含む「変数」です。それは，単純な変数，レコード（構造），または，行列です。FF機能ブロックパラメータ，VCR，NMIB，およびSMIBは，レコード変数の例です。
他のオブジェクトは，イベント，領域，およびプログラムです。これらは，次の項（■FMSサービス）で説明します。図2.17を参照してください。

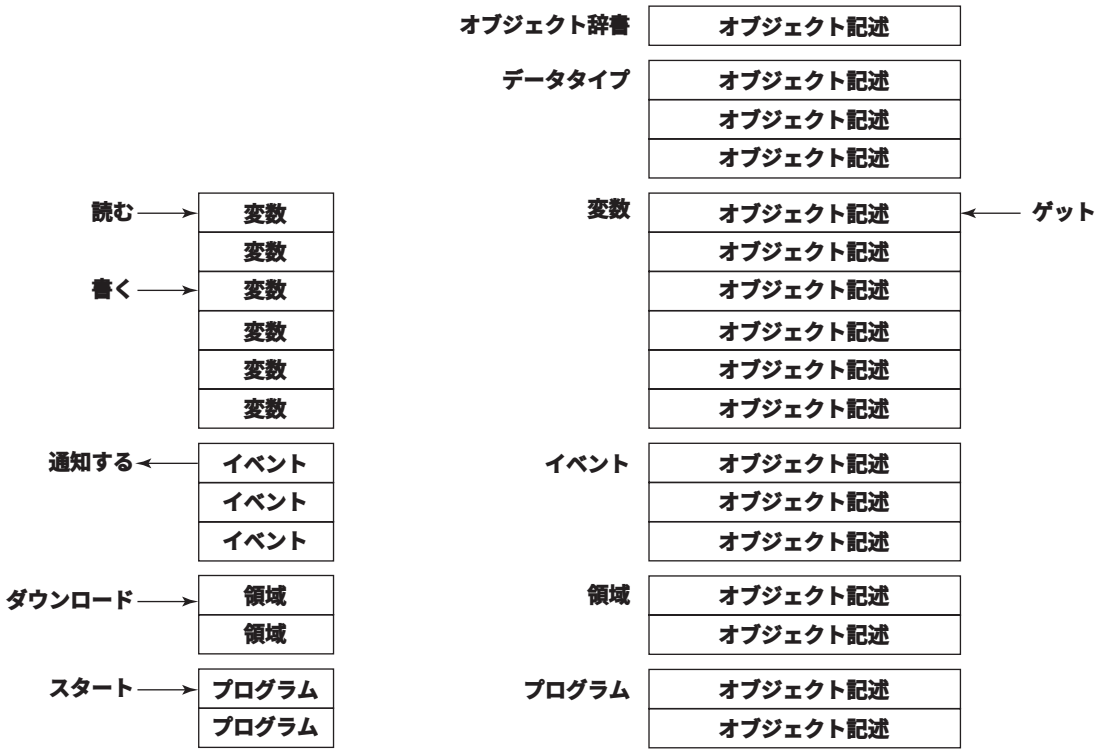



**図2.17　オブジェクト記述とオブジェクト辞書**

1つのオブジェクトは，同じインデックスを共有する自身のオブジェクト記述を伴います。関連するオブジェクトのない，オブジェクト記述があります。これらのオブジェクト記述は，オブジェクト配置，オブジェクトの量，データタイプ，データ構造などの，他の情報を提供します。

# ■ FMSサービス

FMSは，FMSオブジェクトにアクセスするサービスを提供します。表2.8～表2.12は，サービスクラスによって，それらのサービスをまとめています。

## ●変数アクセス

変数は，データの格納場所です。その値は，他のアプリケーションによって読み／書きできます。アプリケーションは，「情報レポート」サービスを用いて，他のアプリケーションからの要求なしに，変数データを送ることができます。FOUNDATION フィールドバスは，データの発行およびトレンドのレポートに，このサービスを使用します。効果的な伝送のために，変数のリストを定義できます。
変数が，レコードまたは行列であり，複数の変数からなる場合，全体または「サブインデックス」で指定された，1つのコンポーネントのみを伝送することも可能です。

**表2.8　変数アクセスサービス**

| サービス | 機能 |
|---|---|
| Read | 変数の値を読む |
| Write | 変数に値を書く |
| Information Report | パブリッシャまたはソースとして値を送信する |
| Define Variable List | 送信すべき，変数のリストを定義する |
| Delete Variable List | 変数リストを削除する |

T020402.EPS

## ●イベント管理

イベントは，アプリケーションが重要なことを検出したことを通告するために用いられます。故障，データ更新，およびアラームは，イベントの例です。イベントは，クライアント／サーバ型を通して認知されるまで，ソース／シンク型で繰り返し通告されます。その通告は，他のイベント関連サービスを通して，有効，または，無効にすることができます。

**表2.9　イベントサービス**

| サービス | 機能 |
|---|---|
| Event Notification | ソースとしてイベントをレポートする |
| Acknowledge Event Notification | イベント通告の到着を通知する |
| Alter Event Condition Monitoring | イベントを不能または可能にする |

T020403.EPS

## ●領域（ドメイン）管理

領域は，連続するメモリエリアです。それは，プログラムエリアかデータエリアです。クライアントは，FMSサービスを通してデータを1つの領域にダウンロードしたり，領域の内容をアップロードすることができます。
領域は，FMS記号化の最大サイズより大きくすることができますので，FMSでは，領域を分割して，アップロードまたはダウンロードすることができるようにしています。部分的なダウンロードおよびアップロードを管理するために，開始または打ち切りサービスが用意されています。

**表2.10　領域（ドメイン）サービス**

| サービス | 機能 |
|---|---|
| Request Domain Download | ダウンロードを要求する |
| (Generic) Initiate Download Sequence | ダウンロードを開始する |
| (Generic) Download Segment | ダウンロードする |
| (Generic) Terminate Download Sequence | ダウンロードを中止する |
| Request Domain Upload | アップロードを要求する |
| Initiate Upload Sequence | アップロードを開始する |
| Upload Segment | アップロードする |
| Terminate Upload Sequence | アップロードを中止する |

T020404.EPS

## ●プログラム呼び出し

プログラムは，他のアプリケーションで管理することができるデータ処理機能です。これは，PLCのラダープログラムのために設計されており，FF機能ブロックアプリケーションに対し使用できます。
プログラムが，ダウンロードされる場合，その呼び出しは，領域管理と密接に連結されています。

**表2.11　プログラムサービス**

| サービス | 機能 |
|---|---|
| Create Program Invocation | プログラムオブジェクトを生成する |
| Delete Program Invocation | プログラムオブジェクトを削除する |
| Start | プログラムを開始する |
| Stop | プログラムを中止する |
| Resume | プログラムを再起動する |
| Reset | プログラムをリセットする |
| Kill | プログラムを不能にする |

T020405.EPS

## ● その他のサービス

FMSは，オブジェクト辞書とコンテキスト（文脈）管理に対し，その他のサービスを提供します。オブジェクト記述は，「Get OD」サービスによって読むことができます。オブジェクトが，ダウンロードされる際には，そのオブジェクト記述もまた，ダウンロードすることが必要です。
アプリケーション間の結合は，「コンテキスト（文脈）」を通して管理されます。開始および中止サービスは，基本的なものであり，パートナーの状態情報は，その他のサービスによって伝送することができます。

**表2.12　その他のFMSサービス**

| | サービス | 機能 |
|---|---|---|
| OD（オブジェクト辞書）管理サービス | Get OD | オブジェクト記述を読む |
| | Initiate Put OD | ODのダウンロードを開始する |
| | Put OD | ODをダウンロードする |
| | Terminate Put OD | ODのダウンロードを中止する |
| コンテキスト管理サービス | Initiate | FMS接続を確立する |
| | Abort | FMS接続を止める |
| | Reject | 適正でない要求を拒否する |
| | Identity | VFD識別（ベンダ，形名）を質問する |

T020406.EPS

# 2.5 システム管理プロトコル

システム管理は，フィールドバスシステムを管理するため，追加のプロトコルを必要とします。追加プロトコルは，システムスタートアップ，間違った構築（コンフィギュレーション），デバイス故障，および，その交換などの異常状態の下においても，運用可能でなければなりません。そのプロトコルは，「システム管理カーネルプロトコル（SMKP）」と呼ばれ，アプリケーション層なしに，直接，データリンク層を用います。

## 2.5.1 タグとアドレス指定

フィールドデバイスは，本書の3.4.1項「デバイス管理」において説明しているように，ノードアドレスに加え機器タグで識別されています。SMKPは，デバイスに，それらを割り当てるためのサービスを提供します。
デバイスが，そのアドレスを変更する場合，変更前のアドレスは消え，異なったアドレスでリンクに戻ります。このため，その動作は，データリンク層において複雑になります。特別なプロトコルが，この目的のために定義されています。

## 2.5.2 タグのロケーション

機器タグとFF機能ブロックタグは，人間には使い易いですが，通信にとっては，長いデータである必要はありません。SMKPは，さらに通信を単純にするため，ノードアドレスとインデックスで，機器タグとブロックタグを置き換えるサービスを提供します。

## 2.5.3 アプリケーションタイムの同期化

フィールドバスアプリケーションは，相互に作用するため，時間の観点で同期化する必要があります。たとえば，イベントメッセージは，トークン巡回とバス通信量の多寡に依存して，遅れて受信されるため，それが検出された時を示すタイムスタンプを必要とします。SMKPは，すべての管理VFDが同期化された時刻を共有するためのメカニズムを提供しています。

# 2.6 高速Ethernet

フィールドバス仕様書は，31.25 kbpsより速い媒体である1 Mbpsおよび2.5 Mbpsも認めていますが，これらの使用は，興味を持たれていません。"31.25 kbps"物理層は，プラント現場と危険場所において，4～20 mA伝送器を置き換えるために適しています。Ethernetの物理層は，最新技術により，自身のポジションを獲得しつつあります。

## 2.6.1 なぜEthernetか

Ethernetは，オフィスとビジネスアプリケーションに対する，最も一般的なネットワークの1つです。ケーブル，ハブ，およびスイッチなどのネットワークコンポーネントは，市販品（COTS：The commercial off the shelf）環境から低価格で入手可能です。その媒体は，急速に進化しています。100 Mbps Ethernetは，従来の10 Mbps Ethernetを置き換えつつあり，さらに，より高速の1 Gbps Ethernetが浮上しています。これらのCOTSコンポーネントを活用することは，コストと利用可能性の両面で一層望まれます。

## 2.6.2 TCP/IPプロトコル群

高速フィールドバスにとってより重要なことは，情報技術（IT）の世界において事実上の標準である，TCP/IPです。FOUNDATIONフィールドバスがTCP/IPに向かえば，フィールドバスが，IT世界にドアを開き，プラント現場から企業レベルまでの，トータルネットワークを構築することを可能にします。
IP（インターネットプロトコル）は，要求されたステーションIPアドレスにデータを伝送するために，用いられます。FOUNDATIONフィールドバスは，現在，IP v4を活用していますが，近い将来，はるかに強力なIP v6に切り替わると予想されます。TCP（伝送制御プロトコル）は，クライアント／サーバ通信に用いることができる，コネクション型の伝送サービスを提供します。UDP（ユーザデータプロトコル）は，要求するアプリケーションに対し，まとまった量のデータを伝送し，ソース／シンク通信に使用されます。パブリッシャ／サブスクライバ通信は，TCPまたはUDPのどちらでも使用できます。

## 2.6.3 フィールドデバイスアクセス（FDA）プロトコル

計測および制御に対し，階層ネットワークにおける物理的位置に関係なく，同じアプリケーションで処理できることが望まれます。FMSとSMKPサービスは，このゴール（目標）のために維持される必要があります。
この目的に沿って，すべてのFMSとSMKPサービスがTCP/IP上で利用できるようにするために，フィールドデバイスアクセス（FDA）プロトコルが設計されています。

# 3. フィールドバスアプリケーション

**本章では，FOUNDATIONフィールドバス上で動作する，FF機能ブロックと他のアプリケーションを説明します。これらのアプリケーションをサポートする通信技術は，本書の2章で説明しています。**
**本章では，計測と制御アプリケーションが，どのようにFOUNDATIONフィールドバス上に実装されるかについての知識を提供します。**
**これらのアプリケーションが，ユーザのプラントの安全な制御と効率的な保守を実現するために，いかに注意深く設計されているかを理解いただけると考えます。**

## 3.1 仮想フィールドデバイス（VFD）

フィールドデバイスは，互いに独立し，相互作用のない，ユーザアプリケーションを持つことができます。フィールドデバイスは，このような個々のユーザアプリケーションに対応する，仮想フィールドデバイス（VFD）からなります。
アプリケーションの観点から見た場合，VDFは，異なるフィールドデバイスのように扱われます。通信サービスは，VFDの独立性を保障します。VFDと通信との間の関係については，図2.16「管理VFDとFF機能ブロックVFD」を参照してください。

### 3.1.1 フィールドバス対応デバイス内のVFD

FOUNDATIONフィールドバス対応デバイスは，少なくとも2つのVFDを持っています。1つは，ネットワークとシステム管理アプリケーションが存在する，「管理VFD」です。これは，フィールドバス上のデバイスを管理するため，および，VCRを含むネットワークパラメータを構築するために使用されます。
もう1つは，FF機能ブロックが存在する，「FF機能ブロックVFD」です。フィールドデバイスは，2つ以上のFF機能ブロックVFDを持つことが可能です。

# 3.2 FF機能ブロック

本節は，FOUNDATIONフィールドバスにおける，FF機能ブロック（特にそのモデルとパラメータ）についての，最も重要な概念に焦点を合わせます。FF機能ブロックを通して，ユーザのアプリケーションの構築，保守，およびカスタマイズを行います。

## 3.2.1 FF機能ブロックとは

FF機能ブロックは，計測と制御における共通の機能的モデルです。これは，PID制御やアナログ入力およびアナログ出力のような，フィールド計器と制御システムで使用される機能を一般化した概念です。FOUNDATIONフィールドバス仕様書「Function Block Application Process - Part 1」は，FF機能ブロックの基礎的概念を説明しており，「Function Block Application Process - Part2」以下は，各種FF機能ブロックの詳細を説明しています。
FF機能ブロックパラメータは，通信サービスを介して監視すること，およびアクセスすることができ，そのブロックの動作は，パラメータの値に依存します。FF機能ブロックは，実質的に，ネットワーク上のどのデバイスに存在してもよく，1つのアプリケーションから他の各アプリケーションに接続されたFF機能ブロックのセットは，1台のデバイスに存在することも，デバイス間に分散することもできます。FOUNDATIONフィールドバスシステムアーキテクチャ文書は，次のように記述しています。

> 「これらのモデルの1つである機能ブロックは，製造制御とプロセス制御に見出される低位レベル機能をサポートするため，フィールドバスのアーキテクチャにおいて仕様化されました。機能ブロックは，アナログ入力（AI）機能および比例，積分，微分（PID）機能などの，基本的なフィールドデバイス機能を形成します。
> 機能ブロックモデルは，センサおよび操作器特有の事項による，機能ブロックの差異を吸収するため，トランスデューサ（変換器）ブロックモデルによって補足されました。「交換ブロック」モデルなどの，付加的なモデルは，リモート入出力およびプログラマブルデバイスに対し定義されています。
> 機能ブロックモデルは，機能ブロックの入力，出力，演算，および制御パラメータを定義すること，および，単一のデバイスに実装できるアプリケーションプロセスの中にそれらを結合することについて，共通の構造を提供します。この構造は，識別，および，機能ブロックに共通の特性の標準化を，シンプルにします。」

FF機能ブロックVFDには，3つのブロックのクラス：リソースブロック，FF機能ブロック，およびトランスデューサブロックがあります。

### ■ リソースブロック

リソースブロックは，VFDの中に存在するものを示します。リソースブロックから，製造者名，デバイス名，DDなどの情報が得られます。VFDは，FF機能ブロックの作成，または，ダウンロードすることを可能にし，リソースブロックは，リソース（メモリおよびCPU時間）がどれほど利用可能であるかを示します。また，ハードウェアの状態を見ることができます。
リソースブロックは，デバイスハードウェアおよびVFD内のFF機能ブロックの全体を制御します。

## ■ FF機能ブロック

FF機能ブロックは，計測と制御の一般化されたモデルです。例えば，AIブロックは，変換器からのローデータ（生データ）を調整し，測定値を共通フォーマットにより提供します。

FF機能ブロックは，3つのクラスに分類されます。

（1）フィールドバス協会で仕様化された通りの標準ブロック
（2）追加パラメータと演算をもつ拡張ブロック
（3）オープンブロック，または，個々のベンダで設計されたベンダ特有ブロック

FF機能ブロックは，入力，出力，および内蔵のパラメータを持っています。ブロックの中で生成されたデータは，出力パラメータとして扱われることで，その他のFF機能ブロックの入力パラメータにリンクすることが可能になります。

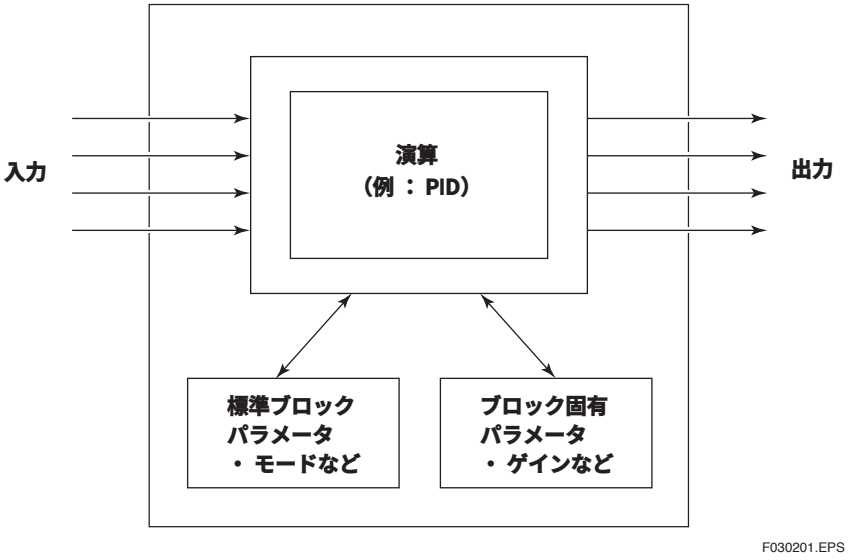



**図3.1　FF機能ブロックの例（PIDブロック）**

表3.1は，フィールドバス協会で定義されたFF機能ブロックをリストアップしたものです。主要な機能は，ここに実装されています。「Function Block Application Process - Part 2（以下FF仕様書第2部と記します）」ブロックは，計測と制御に対し，最も基本的なものです。「FF仕様書第3部」ブロックは，アドバンスド制御用です。「FF仕様書第4部」ブロックは，4～20 mAのようなFOUNDATIONフィールドバス以外のデバイスに対するI/Oインタフェースを提供します。「FF仕様書第5部」ブロックは，PLCプログラムのように，ユーザのアプリケーションを注文通りに作成することができます。

**表3.1　FF機能ブロック一覧**

| FF機能ブロック仕様書番号 | 頭文字表記 | 名称 |
|---|---|---|
| 第2部ブロック（*2）：制御と計測における主要なブロック | AI | アナログ入力 |
| | DI | デジタル入力（*1） |
| | ML | マニュアルローダ（手動操作器） |
| | BG | バイアス／ゲイン |
| | CS | コントロールセレクタ |
| | PD | PDコントロール |
| | PID | PIDコントロール |
| | RA | レシオ（比率） |
| | AO | アナログ出力 |
| | DO | デジタル出力（*1） |
| 第3 部ブロック（*3）：アドバンスドコントロールブロック | DC | デバイスコントロール |
| | OS | 出力スプリッタ |
| | SC | シグナルキャラクタライザ（信号特性器） |
| | LL | リード（進み）／ラグ（遅れ） |
| | DT | デッドタイム（無駄時間） |
| | IT | インテグレータ（積算器） |
| | SPG | 設定値ランプ発生器 |
| | IS | 入力セレクタ |
| | AR | 演算器 |
| | TMR | タイマ |
| | AAL | アナログアラーム |
| 第4 部ブロック（*4）：多点I/Oブロック | MDI | 多点デジタル入力 |
| | MDO | 多点デジタル出力 |
| | MAI | 多点アナログ入力 |
| | MAO | 多点アナログ出力 |
| 第5 部ブロック（*5）：フレキシブル機能ブロック | FOD | フィクスドOD |
| | FPR | フィクスドプログラマブルリソース |
| | VOD | バリアブルOD |
| | VPR | バリアブルプログラマブルリソース |
| | VRB | プログラマブルリソース用リソースブロック |

T030201.EPS

*1： フィールドバス協会の仕様書は，“ digital input ”および“ digital output ”ではなく，“ discrete input ”および“ discrete output ”の用語を使用しています。本書では「デジタル入力」および「デジタル出力」の用語としました。
*2： 詳細は，フィールドバス協会の仕様書 文書番号FF-891を参照してください。
*3： 詳細は，フィールドバス協会の仕様書 文書番号FF-892を参照してください。
*4： 詳細は，フィールドバス協会の仕様書 文書番号FF-893を参照してください。
*5： 詳細は，フィールドバス協会の仕様書 文書番号FF-894を参照してください。

いろいろな計測と制御アプリケーションは，これらのFF機能ブロックを結合することにより構築できます。図3.2は，FF仕様書第 2部ブロックを使用する典型的な例を示します。

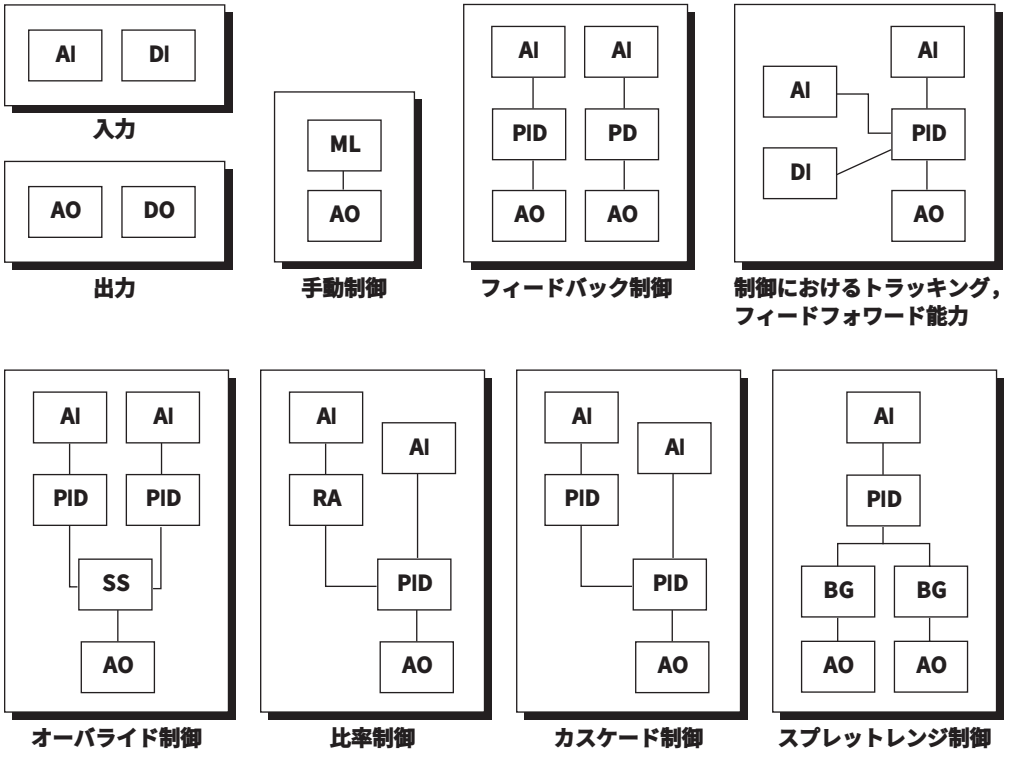



**図3.2　FF機能ブロック仕様書第 2部で示されたブロック間の結合の例**

## ■ トランスデューサブロック

トランスデューサブロックは，センサと操作器のモデルです。これは，FF機能ブロックと同じような表現となるように設計されています。圧力伝送器のような伝統的なセンサは，トランスデューサブロックとしてモデル化されます。トランスデューサブロックは，FF機能ブロックのCHANNELパラメータを通して，FF機能ブロックに連結されます。
FF機能ブロックは，一般的な概念ですが，トランスデューサブロックは，ハードウェアと測定原理に依存しています。たとえば，圧力伝送器と電磁流量計は，異なる測定原理を持っていますが，アナログ測定値を提供します。共通部分は，アナログ入力ブロックとしてモデル化されます。差異は，測定原理に関する情報を提供するトランスデューサブロックとしてモデル化されます。

## 3.2.2 リンクおよびスケジュール

計測または制御アプリケーションは，互いに接続されたFF機能ブロックからなります。図3.3は，AI，PID，およびAO ブロックからなるPID制御の例を示します。これらは，FF機能ブロックVFDの中の「リンクオブジェクト」を通して接続されます。リンクオブジェクトは，デバイス内の2つのFF機能ブロックの接続，または，パブリッシャあるいはサブスクライバに対し，VCRに1つのFF機能ブロックを接続します。
FF機能ブロックは，演算が実行される前に，入力パラメータを獲得する必要があります。出力パラメータは，演算実行後に発行する必要があります。
そのため，演算実行とパブリッシャ／サブスクライバ通信は，ブロックがデバイスの間で分散されている場合でも，タイミングを調整する必要があります。
システム管理とデータリンク層は，リンクアクティブスケジューラ（LAS）により分配され，同期化されているリンクスケジューリング（LS）タイムを使用して，タイミング調整のために協調します。
フィールドデバイス内のシステム管理は，FF機能ブロックスケジュールに従い，FF機能ブロックをスタートします。LASは，LASスケジュールに従い，伝送されるべき出力データが出力されるように，発行デバイスにデータ要求PDUを伝送します。これら2つのスケジュール（FF機能ブロックスケジュールとLASスケジュール）は，「マクロサイクル」と呼ばれる制御周期において，オフセット（順番）として定義されます。そして，要求される順序どおりに，FF機能ブロックと通信をスケジュールする必要があります。図3.3に一例を示します。

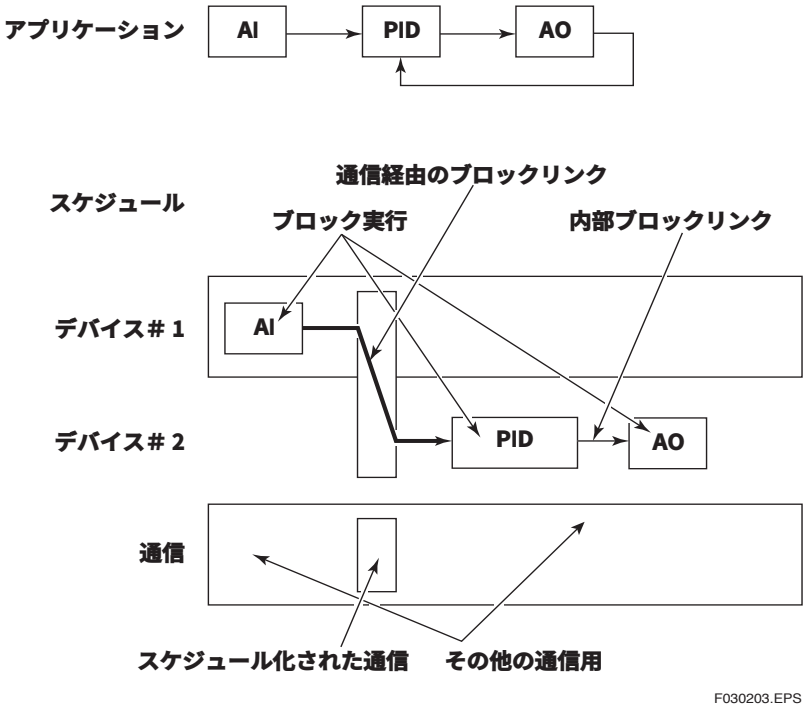



**図3.3　FF機能ブロックと通信のスケジュールの例**

## 3.2.3 パラメータ

ブロックは，一連のパラメータを持っており，FMSインデックスの1つを選ぶことにより，アクセス可能となります。ブロックのパラメータは，連続的なインデックスを持っています。

### ■ パラメータクラス

ブロックパラメータは，入力，出力，および内蔵されたパラメータの，3つのクラスに分類されます。FF機能ブロックは，それらすべてを持っていますが，リソースブロックとトランスデューサブロックは，内蔵パラメータのみを持っています。

#### ● 出力パラメータ

出力パラメータは，FF機能ブロックの出力であり，他のFF機能ブロックの入力パラメータに接続することができます。FF機能ブロックからの1つの出力パラメータを，2つ以上のFF機能ブロックに，接続することも可能です。これは，周期的なパブリッシャ／サブスクライバ通信によってサポートされています。出力パラメータは，値（アナログまたはデジタル）およびその状態（値が使用できるか否かを示します）からなるレコードです。

#### ● 入力パラメータ

入力パラメータは，FF機能ブロックの入力であり，他のFF機能ブロックの1つの出力パラメータを受け入れることができます。そのデータタイプは、出力パラメータのタイプと等しくなければなりません。

#### ● 内蔵パラメータ

内蔵パラメータは，入力でも出力でもありません。これは，オンデマンド（要求あり次第の）読み／書きの要求を通してのみアクセスできます。そのデータタイプは，フィールドバス協会が定義している，いずれのタイプでも可能です。

## ■ パラメータ属性

ブロックパラメータは，数個の属性を持っており，パラメータの複合動作を作ります。

### ●アクセス権

FF機能ブロックパラメータは，読み込み可能（rと表される），および／または，書き込み可能（wと表される）です。パラメータが書き込み可能である場合においても，制限があります。たとえば，AIブロックのOUTパラメータは，ブロックモードが，O/S（サービス外）またはMANの場合，書き込み可能です。その他のブロックモードでは，このパラメータに対する書き込み要求は，拒絶されます。書き込み要求に対し，ベンダ専用のレンジチェックは，許されます。たとえば，多くのPIDブロックは，比例ゲインをゼロに設定する要求を拒否します。

### ●ダイナミックまたはスタティック

ダイナミック（動的）パラメータは，FF機能ブロックの実行中に，動的に変化します。そして，その値は，電源がオフのとき，失われます。スタティック（静的）パラメータは，ブロック実行によって変化しませんが，オンデマンド要求によって書き込むことができ，その値は，復元されます。電源が再投入された時，電源オフ直前の値が保存されている場合，このパラメータは，不揮発であると呼ばれます。
スタティックパラメータは，ブロックモードがO/Sである場合にのみ書き込み可能であり，スタティックパラメータを修正する前に，ブロックモードを変更する必要があります。スタティックパラメータを修正するため，ブロックモードを変更した場合，ブロックを適切なモード（AUTOまたはCAS）に戻すことが必要です。

### ●パラメータのステータス

入力パラメータ，出力パラメータ，および内蔵パラメータには，ステータスつきのレコードのものがあります。
ステータスは，このパラメータの値が，使用可能か否かを示します。値が使用可能であれば，ステータスは，GOODです。値が使用不可であれば，ステータスは，BADです。ブロックが，値の使用可能性について100%保証できない場合，ステータスは，UNCERTAINとすることができます。
ブロックは，GOODまたはBADと同様に，UNCERTAINを解釈することができます。ステータスには，追加フィールドがあり，より詳細を示すことができます。

## 3.2.4 重要パラメータ

数個のパラメータは，多くのブロックに共通であり，非常に重要です。

### ■ ブロックモード

すべてのFF機能ブロックは，MODE_BLKパラメータで表される，自身のモードを持っています。これは，ターゲット，アクチュアル，パーミッテド，およびノーマルの，4つの要素のレコードです。ターゲットは，オペレータが当該ブロックを，そのモードに導きたいモードのレコードです。この要素は，書き込み可能です。
アクチュアルは，ブロックの実際のモードを示し，読み込みのみです。必要な条件が満たされると，アクチュアルは，ターゲットと同じになります。アクチュアルモードが，いくつかの理由により，ターゲットと異なったままである場合があります。

パーミッテドモードは，どのモードが，このFF機能ブロックのターゲットにおいて許可されているかを示します。ノーマルモードは，オペレータが，ノーマル条件において期待するモードを記録し，ガイドするものです。パーミッテドモードとノーマルモードの2つの要素は，書き込み可能ですが，理由なしに変更しないでください。

モードには，O/S，MAN，AUTO，CAS，RCAS，およびROUTがあります。ブロックは，O/S（サービス外）モードにおいて，パラメータステータスを，必ずBADにセットします。MAN（手動）モードにおいて，FF機能ブロックの実行は，その出力に影響しません。AUTO（自動）モードにおいて，ブロックは，上流のFF機能ブロックから独立して動作します。CAS（カスケード）モードにおいて，FF機能ブロックは，設定値を上流のFF機能ブロックから受けます。出力または制御用のFF機能ブロックのアクチュアルモードは，下流ブロックのステータスまたはローカル操作により，IMAN（初期化手動）またはLO（ローカルオーバライド）になる可能性があります。

パーミッテドモードは，FF機能ブロック，リソースブロック，または，トランスデューサブロックによって異なります。リソースブロックは，パーミッテドモードとして，O/SおよびAUTOモードのみを持っています。トランスデューサブロックは，パーミッテドモードとして，O/S，MAN，およびAUTOモードを持っています。

### ■ スケーリングパラメータ

いくつかのブロックは，0～100%として，データのスケーリングが必要となります。スケーリングパラメータは，EU@100%，EU@0%，単位コード，および少数点位置の4つの要素のレコードです。EU@100%およびEU@0%は，それぞれ，工業単位における100%および0%の値です。単位コードは，目盛りまたはパラメータの工業単位を示します。たとえば，kg/s，MPa，m，などです。小数点位置は，オペレータが希望する分解能を実現するすため，浮動小数点の値に対する小数点の位置を示します。表3.10は，参考のため，重要な単位コードの一覧を示します。

## 3.2.5 ビューオブジェクト

FF機能ブロックは，多くのパラメータを持っていますので，表示目的のためにそれらを一個ずつ読むことは，特にオペレータにとって，実際的でありません。フィールドバス協会は，これを回避するため，FMS変数リストの概念を利用します。ビューオブジェクトは，多くのブロックパラメータから構成されている，事前に定義された変数リストです。4つのビューオブジェクトが各ブロックに定義されています。

- VIEW 1：操作の動的―オペレータによって，プラントを運転するために必要な動的パラメータのリスト
- VIEW 2：操作の静的―動的パラメータと共に，オペレータに示す必要がありえる静的な（構築された）パラメータのリスト
- VIEW 3：すべての動的―詳細表示または診断に使用される可能性のある動的パラメータのリスト。このリストは，VIEW 1オブジェクトより大です。
- VIEW 4：その他の静的―構築（コンフィギュレーション）および保守目的に使用されえる静的パラメータのリスト。このリストは，VIEW 2オブジェクトより大で，すべての静的パラメータから成ることも，成らないこともあります。

# 3.3 重要ブロック

フィールドバス協会は，FF仕様書第2部において，10個のFF標準機能ブロックの仕様を明示しています。表3.1に示すように，FF仕様書第3部，4部，5部において，さらに多くのFF機能ブロックの仕様を明示しています。しかし，5つのFF機能ブロック（AI，DI，PID，AO，およびDO）のみが重要であり，そして，ほとんどの場合，それらのうちの3つ（AI，PID，およびAO）のみが，更に重要です。
本節は，3つ（AI，AO，およびPID）の重要なFF機能ブロックに加え，リソースおよびトランスデューサブロックの情報について説明します。本節は，また，横河の計測と制御に関する長い経験に基づく，ブロックパラメータの「推奨値」を提供します。ユーザは，ほとんどの場合，これらの値を使用できます。もし，パラメータが，ビット列（割り当てられた意味を持つ，各ビットの符号なし整数）であるならば，設定されるビットの名称は，フィールドバス協会ドキュメントにおいて，使用名称がリストアップされています。もし，パラメータが，動的であり，ユーザが設定できないならば，値フィールドは，「動的」と表示します。

## 3.3.1 AIブロック

アナログ入力（AI）ブロックは，ユーザが，一般化された信号調整（シグナルコンディショニング）機能の「標準」モデルを享受できるように設計されています。AIブロックは，トランスデューサブロックによって測定されたデータを受け，データに対し，下記処理を行います。

- スケーリング
- 開平演算（オリフィスプレート用）
- ローパスフィルタ
- アラーム生成

図3.4にAIブロックの内部構成を示します。

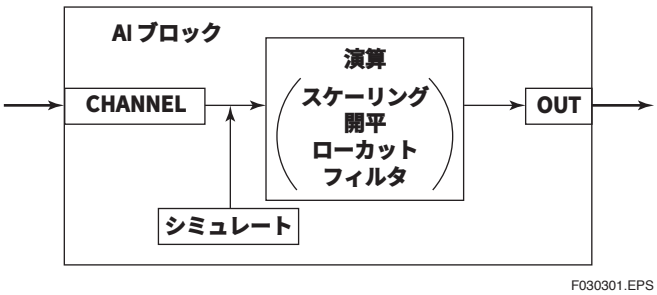



**図3.4 AIブロック**

## ■ スケーリングと開平演算

パラメータL_TYPEは，スケーリングと開平演算を制御します。AIの内蔵パラメータであるPV（プロセス値）の値は，L_TYPEによって決められます。その値が，「ダイレクト」である場合，CHANNEL値は，OUT値になります。その値が，「インダイレクト」である場合，CHANNEL値は，XD_SCALEおよびOUT_SCALEでスケーリングされます。
XD_SCALEは，CHANNEL値の0%と100%値，および工業単位を与え，一方，OUT_SCALEは，出力値のそれらを与えます。
L_TYPEの値が，「Square Root」である場合，出力値は，スケーリングされた値の開平となり，その演算値は，オリフィスプレートの性質のため，非常に不安定です。そのような場合，PV値がLOW_CUT値より低いとき，PV値を強制的にゼロにするカットオフ機能が使用されます。

## ■ ローパスフィルタ

PVは，一次指数関数のローパスフィルタを適用することによって，より安定にすることができます。その時定数は，秒単位で，PV_FTIMEによって与えられます。その値が，ゼロであれば，フィルタは，適用されません。

## ■ アラーム生成

PV値が，LO_LIMまたはLO_LO_LIMより小さい場合，LOまたはLO_LOアラームが生成されます。PV値が，HI_LIMまたはHI_HI_LIMより大きい場合，HIまたはHI_HIアラームが生成されます。通常，下記の順序となります。
LO_LO_LIM ≦ LO_LIM ≦ HI_LIM ≦ HI_HI_LIM

## ■ パーミッテドモード

パーミッテドモードは，O/S，MAN，およびAUTOです。MANモードでは，ユーザは，OUT値を修正できます。AUTOモードにおいて，PV 値とPVステータスは，それぞれ，OUT値とOUTステータスにコピーされます。

## ■ CHANNEL値

1以上（上限は，トランスデューサブロックに依存）のCHANNELパラメータは，トランスデューサブロックからデータ値の1つを選びます。
CHANNEL値は，SIMULATEパラメータ（トランスデューサ値およびトランスデューサステータス）で見ることができます。

## ■ シミュレーション

本機能は，プラントのスタートアップにおいて非常に有効です。もし，ユーザが，SIMULATE無効を有効に設定すると，AIブロックは，トランスデューサ値とトランスデューサステータスの代わりに，CHANNEL値として，シミュレート値およびシミュレートステータスを使用します。本機能は，シミュレーションスイッチ（ハードウェア）が，ONである場合のみ動作します。この機能を使用した後，SIMULATEを無効にすることを忘れないでください。

## ■ 推奨パラメータ値

表3.2の3つのアプリケーション用の推奨値を，表3.3に示します。これらの値は，MODE_BLKターゲットが，O/Sである場合にみ変更できることに注意してください。

**表3.2　AIブロックの3つのアプリケーション**

| アプリケーション | 説明 |
|---|---|
| アプリケーションAI1：<br>単純な測定 | トランスデューサブロックは，必要な単位で測定値を与えます。AIブロックは，変換処理なしとすることができます。横河デバイス（EJA）の場合，そのトランスデューサブロックは，AIブロックのXD_SCALEで与えられた単位で差圧を与え，このアプリケーションは，ほとんどの場合に適用できます。 |
| アプリケーションAI2：<br>AIでのスケール変換 | トランスデューサブロックは1つの単位で測定値を与えます。AIブロックでは，これを他の単位に変換します。圧力伝送器でレベル測定の場合，トランスデューサブロックは，圧力を与え，AIブロックは，リニア式でレベルの単位に変換します。<br>値の2つのセットが必要です。<br>0%レベル = L0 m = P0 kPa<br>100%レベル = L1 m = P1 kPa |
| アプリケーションAI3：<br>オリフィス板の流量測定 | トランスデューサブロックは，オリフィス板で測定された差圧を与え，AIブロックは，差圧の開平を計算し流量に変換します。<br>値の2つのセットが必要です。<br>0%流量 = F0 $m^3/h$ = P0 kPa<br>100%レベル = F1 $m^3/h$ = P1 kPa |

T030301.EPS

### 表3.3 AIブロック推奨パラメータ値

| パラメータ表記 | アプリケーションAI1 | アプリケーションAI2 | アプリケーションAI3 |
|---|---|---|---|
| 1. ST_REV | 動的値 | | |
| 2. TAG_DESC | 任意の文字列 | | |
| 3. STRATEGY | 1 | | |
| 4. ALERT_KEY | 1 | | |
| 5. MODE_BLK | | | |
| Target | AUTO | | |
| Actual | 動的値 | | |
| Permitted | O/S+MAN+AUTO | | |
| Normal | AUTO | | |
| 6. BLOCK_ERR | 動的値 | | |
| 7. PV | 動的値 | | |
| 8. OUT | 動的値 | | |
| 9. SIMULATE | | | |
| Simulate Status | 動的値 | | |
| Simulate Value | 動的値 | | |
| Transducer Status | 動的値 | | |
| Transducer Value | 動的値 | | |
| En/Disable | Disable | | |
| 10. XD_SCALE | | | |
| EU@100% | 100 | P1 | P1 |
| EU@0% | 0 | P0 | P1 |
| Units Index | トランスデューサ単位 | kpa | kpa |
| Decimal Point | 1 | 任意 | 任意 |
| 11. OUT_SCALE | | | |
| EU@100% | 100 | L1 | F1 |
| EU@0% | 0 | L0 | F0 |
| Units Index | 出力単位 | m | $m^3/h$ |
| Decimal Point | 1 | 任意 | 任意 |
| 12. GRANT_DENY | 動的値 | | |
| 13. IO_OPTS | Low Cutoff | | |
| 14. STATUS_OPTS | Propagate Fault Forward | | |
| 15. CHANNEL(*1) | トランスデューサブロック出力を受けるため，1から始る適当な値 | | |
| 16. L_TYPE | Direct | Indirect | Indirect Sq Root |
| 17. LOW_CUT | 0 | | |
| 18. PV_FTIME | 0 | | |
| 19. FIELD_VAL | 動的値 | | |
| 20. UPDATE_EVT | 動的値 | | |
| 21. BLOCK_ALM | 動的値 | | |
| 22. ALARM_SUM | 動的値 | | |
| Current | 動的値 | | |
| Unacknowledged | 動的値 | | |
| Unreported | 動的値 | | |
| Disabled | 0 | | |
| 23. ACK_OPTION | Auto Ack Enabled (1) | | |
| 24. ALARM_HYS | 0.5 | | |
| 25. HI_HI_PRI | 0 | | |
| 26. HI_HI_LIM | ＋無限大 | | |
| 27. HI_PRI | 0 | | |
| 28. HI_LIM | ＋無限大 | | |
| 29. LO_PRI | 0 | | |
| 30. LO_LIM | －無限大 | | |
| 31. LO_LO_PRI | 0 | | |
| 32. LO_LO_LIM | －無限大 | | |
| 33. HI_HI_ALM | 動的値 | | |
| 34. HI_ALM | 動的値 | | |
| 35. LO_ALM | 動的値 | | |
| 36. LO_LO_ALM | 動的値 | | |

T030302.EPS

*1： CHANNELに関する情報は，機器の取扱説明書，またはケーパビリティファイル（CF）に記載されていますので，参照してください。

## 重　要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は，ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。
ベンダによっては，灰色の欄のパラメータ（コンポーネント）は，FF機能ブロックをオペレーション状態にできない，「出荷時　初期化」値で出荷されていることがあります。これらのパラメータ値は，表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

## 3.3.2 AOブロック

アナログ出力（AO）ブロックは，ユーザが，バルブポジショナのような出力デバイスの「標準」モデルを享受するために設計されています。AOブロックは，制御ブロックからの制御値を受け，現在の制御値を送り返しますので，制御ブロックは，次の制御値を計算できます。もしも，AOブロックが，その制御ブロックで制御されていないなら，その制御ブロックは，AOブロックの現在の制御値に追従します。
AOブロックは，双方向のデータの流れを持っています。1つ（前向きパス）は，制御値入力からトランスデューサブロックへの流れであり，他方（後ろ向きパス）は，トランスデューサから制御値への流れです。
図3.5にAOブロックの構成を示します。

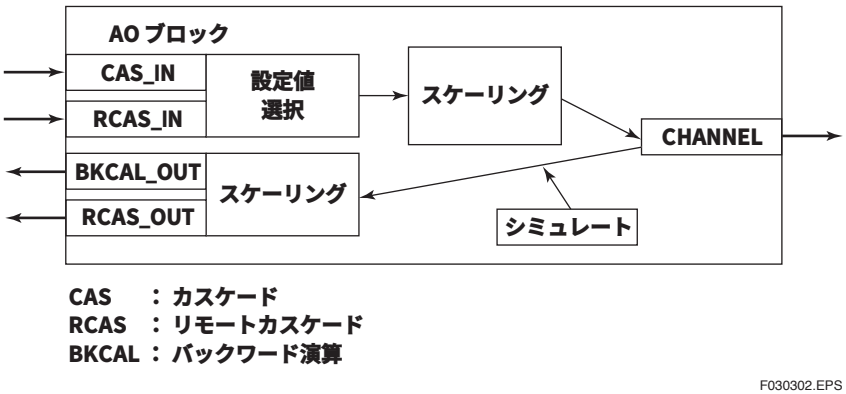



**図3.5 AOブロック**

### ■ 前向きパス

コントローラからの制御値は，設定値SPになります。AOブロックは，ブロックモードにより，SPを計算するためいくつかのパス（道）を持っています。CASモードでは，発行コントローラから引用された，CAS_INから計算されます。AUTOモードでは，SP値は，SPに対する必要時の書き込み要求によって与えられます。RCAS（リモートカスケード）モードでは，リモートコントローラが，RCAS_INに対しデータを与えます。
CASまたはRCASでは，CAS_IN またはRCAS_INは，コントローラに対する，PV_SCALEでスケーリングされ，トランスデューサブロックに対し，XD_SCALEでスケーリングされます。ほとんどの場合，それらのパラメータは，同じ単位（例えば%）を持ち，そして，それらの目盛りは，EU@0% とEU@100%が，単純に0と100に対応します。
SPを計算する前に，CAS_INまたはRCAS_INは，制限機能によって，上下限リミットと変化率リミットへ行きます。上下限リミットのため，もし，値がリミットより大きい（より小さい）ならば，値はPV_HI_LIM（PV_LO_LIM）となります。変化率リミットのため，前回値から今回のCAS_INまたはRCAS_INが，SP_RATE_HI（または，減少に対しSP_RATE_LO)より大きい場合，制限された変化率による他の値が，PVを計算するために使用されます。
SPは，通信がうまく行っていれば，OUTになります。コントローラが無くなった場合，OUTは変化しないか，または，事前に定義されたフォールトステートに行き，オプションが適切に選択されているならば，FSTATE_VALで置き換えられます。
OUTは，CHANNELを通して，トランスデューサブロックに与えられます。

## ■ 後ろ向きパス

コントロールバルブのような，操作器の現在位置は，後ろ向きのパスを通して処理されます。現在位置は，トランスデューサブロック単位（XD_SCALE）で，READBACK に供給され，SP（PV_SCALE）と同じ単位に変換されます。このように，PVは，SP単位でバルブ位置を示します。
BKCAL_OUTは，現在のバルブ位置（ターゲットまたは実際の）をPIDブロックに示します。SP値（ターゲット位置）は，通常，BKCAL_OUTに供給されます。SP値は，制御ループの中にバルブ特性を含むため，BKCAL_OUTにPVを供給することが可能です（注：これは，プロセス制御において，通常，ありません）。

## ■ フォールトステート

フォールトステートは，事前に決められた時間間隔に対し，上流ブロックが，利用不可（BADステータスを発信）である場合，コントロールバルブを閉または開にする必要があるような，非常にクリティカルなプロセスに対し準備されています。

## ■ モード

AOブロックは，O/S，MAN，LO（ローカルオーバライド），AUTO，CAS（カスケード），RCAS（リモートカスケード），およびROUT（リモート出力）のうちのどれか1つのモードとなります。

### 重　要

CASモードにするためには，MODE_BLKターゲットの中のCASとAUTOビットの両方を設定する必要があります。

## ■ 推奨パラメータ値

表3.4の2つのアプリケーションに対する推奨値を，表3.5に示します。これらの値は，MODE_BLKターゲットがO/Sである場合のみ，変更できることに注意してください。

**表3.4　AOブロックのアプリケーション**

| アプリケーション | 説明 |
|---|---|
| アプリケーションAO1：<br>現在の目標位置で制御 | AOブロックは，FF機能ブロックPIDと一緒に用います。<br>AOブロックからのトラッキング値は，PIDまたは手動操作から与えられる現在のSPが返ります。 |
| アプリケーションAO2：<br>現在のバルブ位置で制御 | AOブロックは，FF機能ブロックPIDと一緒の用います。<br>AOブロックからのトラッキング値は，現在のバルブ位置，PVが返ります。 |

T030303.EPS

### 表3.5　AOブロックの推奨パラメータ値

| パラメータ表記 | アプリケーション AO1 | アプリケーション AO2 |
|---|---|---|
| 1. ST_REV | 動的値 | |
| 2. TAG_DESC | 任意の文字列 | |
| 3. STRATEGY | 1 | |
| 4. ALERT_KEY | 1 | |
| 5. MODE_BLK | | |
| Target | CAS+AUTO | |
| Actual | 動的値 | |
| Permitted | O/S+MAN+AUTO+CAS+RCAS | |
| Normal | CAS+AUTO | |
| 6. BLOCK_ERR | 動的値 | |
| 7. PV | 動的値 | |
| 8. SP | 動的値 | |
| 9. OUT | 動的値 | |
| 10. SIMULATE | | |
| Simulate Status | 動的値 | |
| Simulate Value | 動的値 | |
| Transducer Status | 動的値 | |
| Transducer Value | 動的値 | |
| En/Disable | Disable | |
| 11. PV_SCALE | | |
| EU@100% | 100 | |
| EU@0% | 0 | |
| Units Index | % | |
| Decimal Point | 1 | |
| 12. XD_SCALE | | |
| EU@100% | 100 | |
| EU@0% | 0 | |
| Units Index | % | |
| Decimal Point | 1 | |

| パラメータ表記 | アプリケーション AO1 | アプリケーション AO2 |
|---|---|---|
| 13. GRANT_DENY | 動的値 | |
| 14. IO_OPTS | MANにおいてSP-PVトラッキング<br>LOにおいてSP-PVトラッキング(*2) | BKCAL_OUTに対しPVを使用する |
| 15. STATUS_OPTS | NONE | |
| 16. READBACK | 動的値 | |
| 17. CAS_IN | 動的値 | |
| 18. SP_RATE_DN | ＋無限大 | |
| 19. SP_RATE_UP | ＋無限大 | |
| 20. SP_HI_LIM | 100 | |
| 21. SP_LO_LIM | 0 | |
| 22. CHANNEL(*1) | 実験のためには，1を使用する | |
| 23. FSTATE_TIME | 0(*2) | |
| 24. FSTATE_VAL | 0(*2) | |
| 25. BKCAL_OUT | 動的値 | |
| 26. RCAS_IN | 動的値 | |
| 27. SHED_OPT | Normal Shed Normal Return (1) | |
| 28. RCAS_OUT | 動的値 | |
| 29. UPDATE_EVT | 動的値 | |
| 30. BLOCK_ALM | 動的値 | |

T030304.EPS

*1： CHANNELに関する情報は，機器の取扱説明書，またはケーパビリティファイル（CF）に記載されていますので，参照してください。

*2： この構築（コンフィギュレーション）は，コントロールブロックからのデータが通信エラーまたはブロック障害によって，BADになる場合，コントロールバルブが，現在位置を保持すべきであるような典型的なアプリケーション向けです。
Wもし，プロセスが，非常にクリティカルで，バルブは，制御データが利用不可能になった場合，事前に決められた安全な位置となる必要があるならば，フォールトステートオプションを使用してください。フォールトステートを「Value＋IO_OPTSの再スタートにおいてフォールトステートValueを使用」と設定してください。FSTATE_VALに安全な位置，および，FSTATE_TIMEに秒単位のフォールトステートに到達する時間を与えてください。ユーザは，リソースブロックのFEATURES_SELの中の，フォールトステートサポートビットを設定しなければなりません。表3.8のリソースブロックに対する注記*1を参照してください。

## 重　要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は，ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。
ベンダによっては，灰色の欄のパラメータ（コンポーネント）は，FF機能ブロックをオペレーション状態にできない，「出荷時　初期化」値で出荷されていることがあります。これらのパラメータ値は，表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

## 3.3.3 PIDブロック

PIDブロックは，PID制御機能を標準化したモデルです。プロセス値は，INパラメータを通して入り，その制御出力は，OUTパラメータです。他の入力／出力パラメータは，いろいろな制御方式（例えば，カスケード制御）を提供するために存在します。
図3.6にPIDブロックの構造を示します。

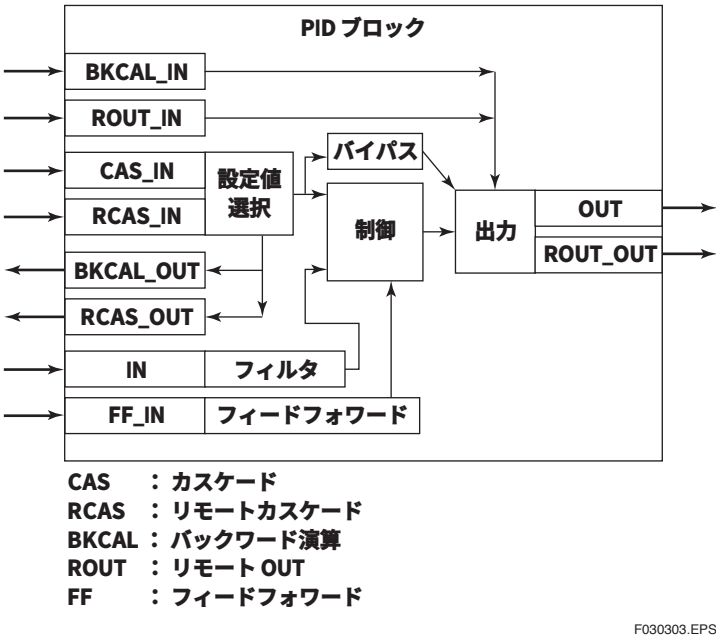



**図3.6 PIDブロック**

### ■ モード

PIDブロックは，O/S，MAN，IMAN（初期化手動），LO（ローカルオーバライド），AUTO，CAS（カスケード），RCAS（リモートカスケード），およびROUT（リモート出力）など，いろいろなモードを取れます。初めて登場する，いくつかの新しいモードは重要です。

#### ●IMAN（初期化手動）

PIDブロックは，下流AOブロックがPIDからの制御を受け付けない場合（例：O/S，MAN，またはLOモード），IMANモードになります。PIDブロックは，AOブロックの現在の出力であるBKCAL_OUTに追従します。

#### ●ノーマルモード

通常，PIDブロックのモードは，AUTO（閉ループ）またはCAS（カスケードループ）です。O/SおよびMANは，出力を操作するために使用できます。

## ■ セットポイント（設定値）

PIDブロックは，そのモードにより，いくつかの方法で制御のセットポイント（設定値）を受け取ります。下記2つのパラメータが重要です。

### ● SP

ユーザは，MODE_BLKターゲットが，AUTO，MAN，またはO/Sである場合，SPパラメータにセットポイントを，直接，書き込むことができます。

### ● CAS_IN

CASモードでは，PIDブロックは，CAS_INパラメータを通してセットポイントを受け取ります。それは，上流FF機能ブロックから来ます。そして，現セットポイントは，BKCAL_OUTパラメータを通して返されます。

## ■ PIDパラメータ

GAIN，RESET，およびRATEは，それぞれ，P，I，およびD項目に対する調整常数です。GAINは，次元なしの数です。RESET，およびRATEは，秒で表される時定数です。それは，他のPIDパラメータとして，BAL_TIME（ゼロのままにして置くことができます）を持っています。

## ■ 推奨パラメータ値

表3.6の2つのアプリケーションに対する推奨値を，表3.7に示します。
これらの値は，MODE_BLKターゲットが，O/Sである場合のみ，変更できます。

**表3.6　PIDブロックのアプリケーション**

| アプリケーション | 説明 |
|---|---|
| アプリケーションPID1：シングルループ | PIDブロックは，AOまたは他のPIDにOUTを与えます。<br>オペレータはこのPIDにSPを与えます。 |
| アプリケーションPID2：カスケードループ | PIDブロックは，他のPIDよりOUTを受けます。 |

T030305.EPS

### 表3.7　PIDブロックの推奨パラメータ値

| パラメータ表記 | アプリケーション PID1 | アプリケーション PID2 |
|---|---|---|
| 1. ST_REV | 動的値 | |
| 2. TAG_DESC | 任意の文字列 | |
| 3. STRATEGY | 1 | |
| 4. ALERT_KEY | 1 | |
| 5. MODE_BLK | | |
| Target | AUTO | AUTO+CAS |
| Actual | 動的値 | |
| Permitted | O/S+MAN+AUTO+CAS+RCAS+ROUT | |
| Normal | AUTO | AUTO+CAS |
| 6. BLOCK_ERR | 動的値 | |
| 7. PV | 動的値 | |
| 8. SP | 動的値 | |
| 9. OUT | 動的値 | |
| 10. PV_SCALE | | |
| EU@100% | 100 | |
| EU@0% | 0 | |
| Units Index | % | |
| Decimal Point | 1 | |
| 11. OUT_SCALE | | |
| EU@100% | 100 | |
| EU@0% | 0 | |
| Units Index | % | |
| Decimal Point | 1 | |
| 12. GRANT_DENY | 動的値 | |
| 13. CONTROL_OPTS | MANにおいてOUTは制限なし CASまたはRCASなら，SPリミットに従う | *1を参照してください。 |
| 14. STATUS_OPTS | BAD INならMANをターゲットとする(*2) | |
| 15. IN | 動的値 | |
| 16. PV_FTIME | 0 | |
| 17. BYPASS | OFF (1) | |
| 18. CAS_IN | 動的値 | |
| 19. SP_RATE_DN | ＋無限大 | |
| 20. SP_RATE_UP | ＋無限大 | |
| 21. SP_HI_LIM | 100 | |
| 22. SP_LO_LIM | 0 | |
| 23. GAIN | 1 | |
| 24. RESET | 10 | |
| 25. BAL_TIME | 0 | |
| 26. RATE | 0 | |
| 27. BKCAL_IN | 動的値 | |
| 28. OUT_HI_LIM | 100 | |
| 29. OUT_LO_LIM | 0 | |
| 30. BKCAL_HYS | 0.5 | |

| パラメータ表記 | アプリケーション PID1 | アプリケーション PID2 |
|---|---|---|
| 31. BKCAL_OUT | 動的値 | |
| 32. RCAS_IN | 動的値 | |
| 33. ROUT_IN | 動的値 | |
| 34. SHED_OPT | Normal Shed Normal Return (1) | |
| 35. RCAS_OUT | 動的値 | |
| 36. ROUT_OUT | 動的値 | |
| 37. TRK_SCALE | | |
| EU@100% | 100 | |
| EU@0% | 0 | |
| Units Index | % | |
| Decimal Point | 1 | |
| 38. TRK_IN_D | 動的値 | |
| 39. TRK_VAL | 動的値 | |
| 40. FF_VAL | 動的値 | |
| 41. FF_SCALE | | |
| EU@100% | 100 | |
| EU@0% | 0 | |
| Units Index | % | |
| Decimal Point | 1 | |
| 42. FF_GAIN | 0 | |
| 43. UPDATE_EVT | 動的値 | |
| 44. BLOCK_ALM | 動的値 | |
| 45. ALARM_SUM | 他のコンポーネントは動的値である | |
| Disabled | 0 | |
| 46. ACK_OPTION | Auto Ack Enabled (1) | |
| 47. ALARM_HYS | 0.5 | |
| 48. HI_HI_PRI | 0 | |
| 49. HI_HI_LIM | ＋無限大 | |
| 50. HI_PRI | 0 | |
| 51. HI_LIM | ＋無限大 | |
| 52. LO_PRI | 0 | |
| 53. LO_LIM | －無限大 | |
| 54. LO_LO_PRI | 0 | |
| 55. LO_LO_LIM | －無限大 | |
| 56. DV_HI_PRI | 0 | |
| 57. DV_HI_LIM | ＋無限大 | |
| 58. DV_LO_PRI | 0 | |
| 59. DV_LO_LIM | －無限大 | |
| 60. HI_HI_ALM | 動的値 | |
| 61. HI_ALM | 動的値 | |
| 62. LO_ALM | 動的値 | |
| 63. LO_LO_ALM | 動的値 | |
| 64. DV_HI_ALM | 動的値 | |
| 65. DV_LO_ALM | 動的値 | |

T030306.EPS

*1： アプリケーションPID2に対し，CONTROL_OPTSに「MANにおいて SP-PV トラッキング+LO または IMANにおいてSP-PV トラッキング+ ROUTにおいて SP-PV トラッキング」を，追加してください。
*2： ユーザのツールが，この新しいオプション（FF 1.4よりサポート）を表示できるならば，STATUS_OPTS に「BAD CAS_INならば，隣のパーミッテドモードをターゲットとする」を，追加してください。

## 重　要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は，ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。
ベンダによっては，灰色の欄のパラメータ（コンポーネント）は，FF機能ブロックをオペレーション状態にできない，「出荷時　初期化」値で出荷されていることがあります。これらのパラメータ値は，表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

## 3.3.4 リソースブロックとトランスデューサブロック

リソースブロックとトランスデューサブロックの詳細な知識は，常に，必要ではありません。ただし，それらのモードに関する知識は，必要です。可能なモードは，O/SとAUTOです。これらは，FF機能ブロックの動作に影響し，正しいオペレーションのために，AUTOに設定されなければなりません。
トランスデューサブロックは，それらの機能によって，いろいろなパラメータを持っています。パラメータの定義と動作は，個々に検討する必要があります。しかし，いくつかのパラメータは，トランスデューサブロックを通して共通です。
リソースブロックとトランスデューサブロックに対する推奨値を，それぞれ，表3.8と表3.9に示します。
これらの値は，MODE_BLK.ターゲットがO/Sの場合のみ，変更できることに注意してください。

**表3.8　リソースブロックの推奨パラメータ値**

| パラメータ表記 | 値 |
|---|---|
| 1. ST_REV | 動的値 |
| 2. TAG_DESC | 任意の文字列 |
| 3. STRATEGY | 1 |
| 4. ALERT_KEY | 1 |
| 5. MODE_BLK | |
| Target | AUTO |
| Actual | 動的値 |
| Permitted | O/S+AUTO |
| Normal | AUTO |
| 6. BLOCK_ERR | 動的値 |
| 7. RS_STATE | 動的値 |
| 8.TEST_RW | 動的値 |
| 9. DD_RESOURCE | 固定値 |
| 10. MANUFAC_ID | 固定値 |
| 11. DEV_TYPE | 固定値 |
| 12. DEV_REV | 固定値 |
| 13. DD_REV | 固定値 |
| 14. GRANT_DENY | 動的値 |
| 15. HARD_TYPES | 固定値 |
| 16. RESTART | ここには書かない |
| 17. FEATURES | 固定値 |
| 18. FEATURE_SEL | FEATURES(*1)からコピー |
| 19. CYCLE_TYPE | 固定値 |
| 20. CYCLE_SEL | CYCLE_TYPEからコピー |

| パラメータ表記 | 値 |
|---|---|
| 21. MIN_CYCLE_T | 固定値 |
| 22. MEMORY_SIZE | 固定値 |
| 23. NV_CYCLE_T | 固定値 |
| 24. FREE_SPACE | 固定値 |
| 25. FREE_TIME | 固定値 |
| 26. SHED_RCAS | 640000 |
| 27. SHED_ROUT | 640000 |
| 28. FAULT_STATE | 動的値 |
| 29. SET_FSTATE | OFF(1) |
| 30. CLR_FSTATE | OFF(1) |
| 31. MAX_NOTIFY | 固定値 |
| 32. LIM_NOTIFY | (3, MAX_NOTIFY)から大きいもの |
| 33. CONFIRM_TIME | 640000 |
| 34. WRITE_LOCK | Unlocked(1) |
| 35. UPDATE_EVT | 動的値 |
| 36. BLOCK_ALM | 動的値 |
| 37. ALARM_SUM | 他のコンポーネントは動的値である |
| Disabled | 0 |
| 38. ACK_OPTION | Auto Ack Enabled(1) |
| 39. WRITE_PRI | 0 |
| 40. WRITE_ALM | 動的値 |
| 41. ITK_VER | 固定値 |

T030307.EPS

*1： ユーザが，フォールトステートを必要としないならば，FEATURES_SELのフォールトステートサポートビットを設定しないでください。また，表3.5におけるAOブロックに対する注*2を参照してください。

**重　要**

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は，ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。
ベンダによっては，灰色の欄のパラメータ（コンポーネント）は，FF機能ブロックをオペレーション状態にできない，「出荷時　初期化」値で出荷されていることがあります。これらのパラメータ値は，表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

**表3.9　トランスデューサブロックの推奨パラメータ値**

| パラメータ表記 | 値 |
|---|---|
| 1. ST_REV | 動的値 |
| 2. TAG_DESC | 任意の文字列 |
| 3. STRATEGY | 1 |
| 4. ALERT_KEY | 1 |
| 5. MODE_BLK | |
| Target | AUTO |
| Actual | 動的値 |
| Permitted | O/S + AUTO |
| Normal | AUTO |
| 6. BLOCK_ERR | 動的値 |
| 7. UPDATE_EVT | 動的値 |
| 8. BLOCK_ALM | 動的値 |
| 9. TRANSDUCER_DIRECTORY | 固定値 |
| 10. TRANSDUCER_TYPE | 固定値 |
| 11. XD_ERROR | 動的値 |
| 12. COLLECTION_DIRECTORY | 固定値 |
| 13. PRIMARY_VALUE_TYPE | 固定値 |
| 14. PRIMARY_VALUE | 動的値 |
| 15. CAL_POINT_HI | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |

| パラメータ表記 | 値 |
|---|---|
| 16. CAL_POINT_LO | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |
| 17. CAL_MIN_SPAN | 固定値 |
| 18. CAL_UNIT | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |
| 19. SENSOR_TYPE | 固定値 |
| 20. SENSOR_RANGE | 固定値 |
| 21. SENSOR_SN | 固定値 |
| 22. SENSOR_CAL_METHOD | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |
| 23. SENSOR_CAL_LOC | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |
| 24. SENSOR_CAL_DATE | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |
| 25. SENSOR_CAL_WHO | キャリブレータ（調整者）によって書き込まれる |
| 26. SENSOR_ISOLATOR_MTL | 固定値 |
| 27. SENSOR_FILL_FLUID | 固定値 |
| 28. SECONDARY_VALUE | 動的値 |
| 29. SECONDARY_VALUE_UNIT | |

T030308.EPS

注：本表は，典型的なトランスデューサブロックパラメータを示します。トランスデューサブロックパラメータは，物理的な原理に依存しますので，ユーザのトランスデューサブロックは，異なるパラメータの可能性もあります。いかなる場合でも，STRATEGY，ALERT_KEY，およびMODE_BLOCKは上記の値に設定することを忘れないでください。

## 重　要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は，ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。
ベンダによっては，灰色の欄のパラメータ（コンポーネント）は，FF機能ブロックをオペレーション状態にできない，「出荷時　初期化」値で出荷されていることがあります。これらのパラメータ値は，表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

## 3.3.5 単位コード

フィールドバス協会は，工業単位に対し，指定された数字コードを与えています。ここで，重要なコードを抽出して示します。
このような数値表記の代わりに，DDによって提供された「単位」コードによる方が，より容易に単位を扱うことができます。
表3.10は，ユーザのヒューマンマシンインタフェースがローデータ（生データ）の表示のみを必要とする場合を想定して，ユーザへの便宜のため工業単位とそのコードを示します。
表3.10に示されていない単位については，フィールドバス協会のドキュメントを参照してください。

### 表3.10　フィールドバス協会（文書番号FF-131）で定義されている主要な単位コード

| 圧力 | | 流量 | | 温度 | |
|---|---|---|---|---|---|
| コード | 単位 | コード | 単位 | コード | 単位 |
| 1130 | Pa | 1322 | kg/s | 1000 | K |
| 1132 | MPa | 1330 | lb/s (*2) | 1001 | ℃ |
| 1133 | kPa | 1351 | l/s | 1002 | °F (*2) |
| 1134 | mPa | 1352 | l/min | 長さ | |
| 1135 | μPa | 1353 | l/h | コード | 単位 |
| 1136 | hPa | 1356 | CFS (*2) | 1010 | m |
| 1137 | ba | 1357 | CFM (*2) | 1011 | km |
| 1138 | mbar | 1358 | CFH (*2) | 1012 | cm |
| 1139 | torr (*1) | 1363 | GPM (*2) | 1013 | mm |
| 1140 | atm | 体積 | | 1018 | feet (*2) |
| 1141 | psi (*2) | コード | 単位 | 1019 | inch (*2) |
| 1142 | psia (*2) | 1034 | $m^3$ | 1020 | yard (*2) |
| 1143 | psig (*2) | 1036 | $cm^3$ | 1021 | mile (*2) |
| 1144 | $g/cm^2$ | 1037 | $mm^3$ | 面積 | |
| 1145 | $kg/cm^2$ | 1038 | l | コード | 単位 |
| 1146 | $inH_2O$ (*2) | 1039 | cl | 1023 | $m^2$ |
| 1147 | $inH_2O(4°C)$ (*2) | 1040 | ml | 1024 | $km^2$ |
| 1149 | $mmH_2O$ (*2) | 1517 | kl | 1025 | $cm^2$ |
| 1150 | $mmH_2O(4°C)$ (*2) | 1042 | $in^3$ (*2) | 1027 | $mm^2$ |
| 質量 | | 1043 | $ft^3$ (*2) | 1030 | $in^2$ (*2) |
| コード | 単位 | 1044 | $yd^3$ (*2) | 1031 | $ft^2$ (*2) |
| 1088 | kg | 1046 | pint (*2) | 1032 | $yd^2$ (*2) |
| 1089 | g | 1047 | quart (*2) | 1033 | $mile^2$ (*2) |
| 1090 | mg | 1048 | gallon (*2) | 電気 | |
| 1092 | t | 1050 | bushel (*2) | コード | 単位 |
| 1093 | oz (*1) | 1051 | barrel (*2) | 1209 | A |
| 1094 | lb (*2) | 速度 | | 1211 | mA |
| 密度 | | コード | 単位 | 1234 | V/m |
| コード | 単位 | 1061 | m/s | 1240 | V |
| 1097 | $kg/m^3$ | 1062 | mm/s | 1242 | kV |
| 1100 | $g/cm^3$ | 1063 | m/h | 1243 | mV |
| 1102 | $t/m^3$ | 1064 | km/h | 1281 | Ω |
| 1103 | kg/l | 1065 | knot (*1) | 1284 | kΩ |
| 1106 | $lb/in^3$ (*2) | 1066 | in/s (*2) | 時間 | |
| 1107 | $lb/ft^3$ (*2) | 1067 | ft/s (*2) | コード | 単位 |
| 周波数 | | 1068 | yd/s (*2) | 1054 | s |
| コード | 単位 | 1069 | in/min (*2) | 1057 | μs |
| 1077 | Hz | 1070 | ft/min (*2) | 1058 | min |
| 1079 | GHz | 1071 | yd/min (*2) | 1059 | h |
| 1080 | MHz | 1072 | in/h (*2) | 1060 | d |
| 1081 | kHz | 1073 | ft/h (*2) | その他 | |
| 1082 | 1/s | 1074 | yd/h (*2) | コード | 単位 |
| 1083 | 1/min | 1075 | MPH (*2) | 1342 | % |
| 1085 | RPM | | | 1422 | pH |
| | | | | 1423 | ppm |
| | | | | 1424 | ppb |

T030309.EPS

*1： 国内において用途を限定された法定計量単位です。
*2： 非法定計量単位です。輸出する場合を除き，国内向けには，販売できません。

# 3.4 システム管理

システム管理は，すべてのFFデバイスに対し，重要なアプリケーションです。これは，FOUNDATIONフィールドバスシステムにおいて，デバイスの情報およびデバイスの動作を管理します。

## 3.4.1 デバイス管理

FOUNDATIONフィールドバス上のデバイスは，下記の3つの識別子の1つを使用して，他のデバイスから識別されます。

- 機器ID：製造業者により与えられる，当該デバイスに対する全世界におけるユニークなテキストの並びです。これは，当該デバイスに恒久的に固定され，変更されることはありません。
- 機器タグ（PDタグ）：ユーザにより指定される，プラントまたはフィールドバスセグメントのセットにおいて，ユニークな名前です。これは，プラントにおいて，特定のアプリケーションの目的に対し，デバイスを識別するために使用されます。
- ノードアドレス：8ビット長で表される，16進2桁の数で，ネットワーク構築を通して，ユーザによって指定され，1つのフィールドバスセグメントにおいてユニークです。

機器IDは，当該デバイスに対しユニークであり，同じ機器IDは，世界中どこにも存在しません。それは，製造業者によって与えられ，管理目的に適しています。
機器タグは，プラントにおいて当該デバイスの用法を識別するため，ユーザによって指定されます。それは，32文字長のテキストフィールドです。古い故障したデバイスを交換するとき，新しいデバイスに対し，同じ機器タグを与えることが，一般的です。
機器IDと機器タグは，非常に長い（32バイト（*1））ため，特に31.25 kbpsの低速ネットワークでは，日常の通信にこれらを使用することは，好ましくありません。代わりに，ノードアドレスが，通信においてデバイスを識別するために使用されます。これら3つの識別子を互いに関連させるためのサービスが，提供されています。
たとえば，1つの圧力伝送器は，恒久的な機器ID「594543000031999DEC22001102344」で出荷され，機器タグ「FI1001」およびノードアドレス 0xF5で構築されます。

フィールドデバイスのシステム管理エージェントは，当該デバイスの構築（コンフィギュレーション）するため，管理者からのシステム管理カーネルプロトコル（SMKP）要求に応答します。このエージェントの機能は，次のとおりです。

- 機器ID，製造業者，デバイス名とタイプを含み，1つの特定のアドレスにおける，デバイス上の情報を知ること
- 特定の機器IDを使用している，デバイスのノードアドレスの解除およびセットを行うこと
- デバイスに対する，機器タグの解除および付与をすること
- 特定の機器タグのデバイスを見つけ出すこと

1つのデバイスのノードアドレスが，消去された場合であっても，それは，通信に参加できなければならないことに注意してください。その目的のため，特別のアドレス範囲（0xF8～0xFB）が用意されており，アドレスなしのデバイスは，このアドレス範囲内の1つを使って，ネットワークに参加できます。

*1：機器タグは，横河のCENTUMを使用する場合，英数字16文字となります。

## 3.4.2 FF機能ブロック管理

本書の3.2.2項で説明しましたように，FF機能ブロックの演算は，決められた時間にスタートしなければなりません。システム管理エージェントは，FF機能ブロックスケジューリング情報を蓄え，必要な時間に，指定されたFF機能ブロックをスタートします。
マクロサイクルは，合計のアプリケーションの期間であり，スケジュールは，マクロサイクルのスタートからのオフセット（順番の）時間として設計されます。

## 3.4.3 アプリケーションタイム管理

1つのシステム内のすべてのシステム管理エージェントは，1つのアプリケーションタイム（またはシステムタイム）を保持します。それは，タイムスタンプ付きイベントを記録するために使用されます。
システムタイムとリンクスケジューリング（LS）タイムは，同じではありません。LSタイムは，データリンク層におけるローカルなものであり，通信とFF機能ブロック実行用に使用されます。システムタイムは，より一般的であり，複数のフィールドバスセグメントからなるシステムの中の，すべてのデバイスにおいて同一です。

# 3.5 デバイス情報ファイル

ヒューマンマシンインタフェースおよびフィールドバス構築などのアプリケーションは，デバイスについてより多くの情報を必要とします。いくつかのファイルは，デバイスの相互運用を確保するため，また，エンジニアを支援するため，フィールドバス協会によって標準化されています。

## 3.5.1 デバイス記述

デバイス記述（DD）は，ブロックに関する情報を提供します。ユーザは，名前によって，機能ブロックパラメータを読むことができ，また，そのデータタイプと表示仕様書に従って，それを適切に表示することができます。このことは，数多くのパラメータを扱う上で有用です。たとえば，ユーザは，単位コードである1133の代わりに，「kPa」を選択することで，目的が達成できます。新しいデバイスを使用するとき，ユーザは，いつも，ホストのソフトウェアを更新することなく，単純にそのDDを実装することによって，そのすべての機能を使用できます。
ユーザは，キャリブレーション，診断，およびその他について，専用の手順（通信のシーケンス）に対し，DDメソッドを走らせることができます。DDメニューは，DDメソッドのリストを示します。
DDは，ヒューマンマシンインタフェース，システム構築，および保守に対して，有用です。図3.7にDD（デバイス記述）を用いた表示例を示します。

DD（デバイス記述）の機能の特長は，下記のとおりです。

- DDは，パラメータ（特に非標準パラメータ）に関する情報を与えます。
  名前とその説明
  データ構造と属性
  アクセス権
  ヘルプメニュー
  キャリブレーションメソッドなど
- DDは，標準画面にメーカ独自のパラメータを持った新規デバイスを示すことが可能です。

ユーザは，DDの機能を使用しなくても，通常のプロセスの監視と制御を行うことができます。

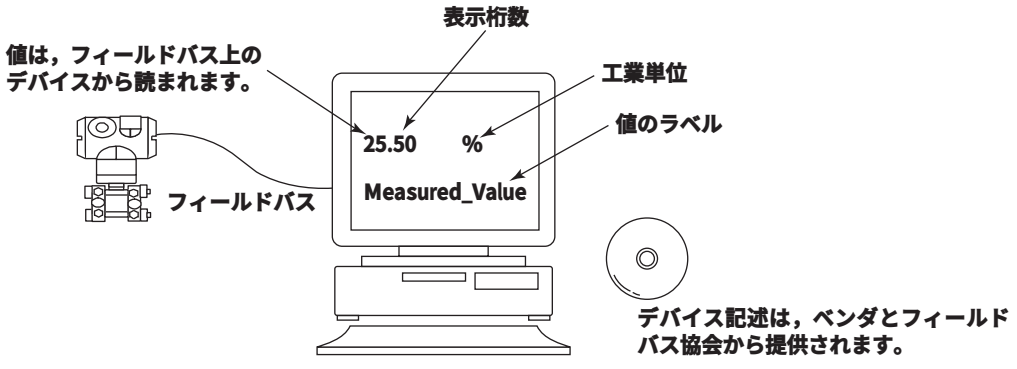



**図3.7 DD（デバイス記述）を用いた表示例**

## ■ DDLおよびDDとは

DDLは，それを用いて，デバイス設計者が，デバイス機能とデータの意味を記述できる，「デバイス記述言語」の仕様書です。このテキストは，「DDバイナリ」ファイルを生成するため，「トーカナイザ」ソフトウェアでコンパイルされます。
DDバイナリは，2つのファイルからなります。1つは，拡張子「.ffo」を持つDDバイナリで，もう1つは，拡張子「.sym」を持つDDシンボルリストです。一度，DDバイナリがユーザのマシンに実装されると，ユーザは，当該デバイスにアクセスすることができます。
デバイスベンダが，個々にすべての情報を書くことは，大変です。このため，フィールドバス協会は，共通のDDと辞書として，DDライブラリを提供します。デバイスベンダは，DDLを用いてベンダ特有の部分のみを記述します。これにより，DDバイナリファイルを，小さくすることができます。
図3.8はDDの階層構造を示します。フィールドバス協会は，ブロックの標準部分を仕様化するとともに，DD「ライブラリ」を提供します。デバイス「プロファイル」は，温度伝送器および流量計などの，いろいろなデバイスの共通部分を定義するためのものです。ベンダ特有部分は，ベンダのDDファイルにおいて指定されます。

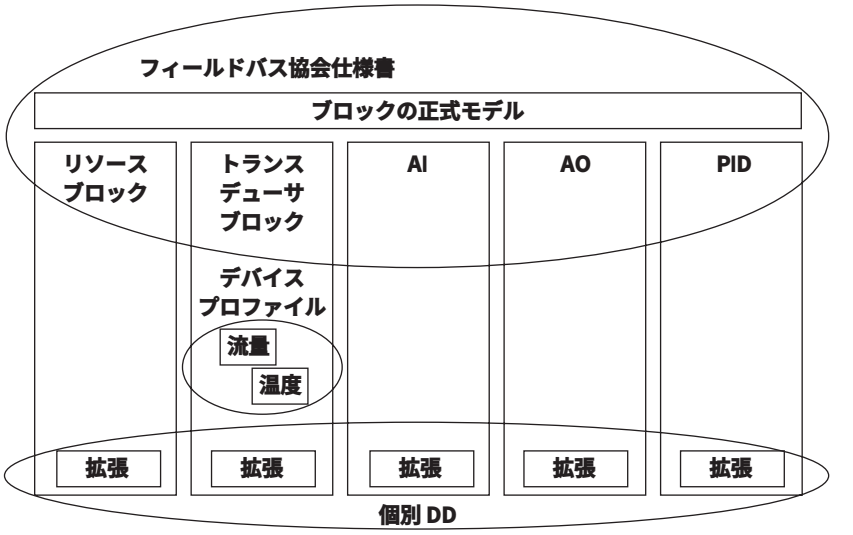



**図3.8　DD（デバイス記述）の階層構造**

## ■ デバイス記述サービス

デバイス記述サービス（DDS）は，ユーザのヒューマンマシンインタフェース用のソフトウェアです。これは，パラメータのFMSオブジェクト記述に蓄えられたキーである「DDアイテムID」を使用して，DDバイナリの中にある情報を表すことができます。
DDバイナリファイルは，下記のディレクトリ構造で，蓄えられています。
＜DDホームディレクトリ＞
+-Manufacturer ID
　+--- Device type

製造業者IDは，フィールドバス協会によって，製造業者に与えられるユニークなコードです。ユーザは，このIDによって，デバイスの製造業者を識別できます。製造業者IDは，3バイトで表わされる，16進6桁の数で示されます。横河の製造業者IDは，「YEC」を表象する，594543です。
デバイスタイプは，2バイトで表される，16進4桁の数で表現され，同一製造業者の他のデバイスから，当該デバイスを識別します。横河のEJAは，デバイスタイプが0003となっています。

## 3.5.2 ケーパビリティ（Capabilities）ファイル

ケーパビリティファイルは，ネットワーク／システム管理とFF機能ブロックの両者のデバイス能力についての情報を，ユーザに与えます。この情報のある部分は，デバイス自身に存在しますが，このファイルは，ユーザが，実デバイスを持つことなく，フィールドバスシステムを構築する，オフライン構築に有用です。ケーパビリティファイルは，拡張子「.cff」を持っています。ケーパビリティファイルは，共通ファイルフォーマットを意味する，「CFF」と呼ばれることもあります。
図3.9は，システム設計と保守において，どのようにケーパビリティファイルが使用されるかを示します。

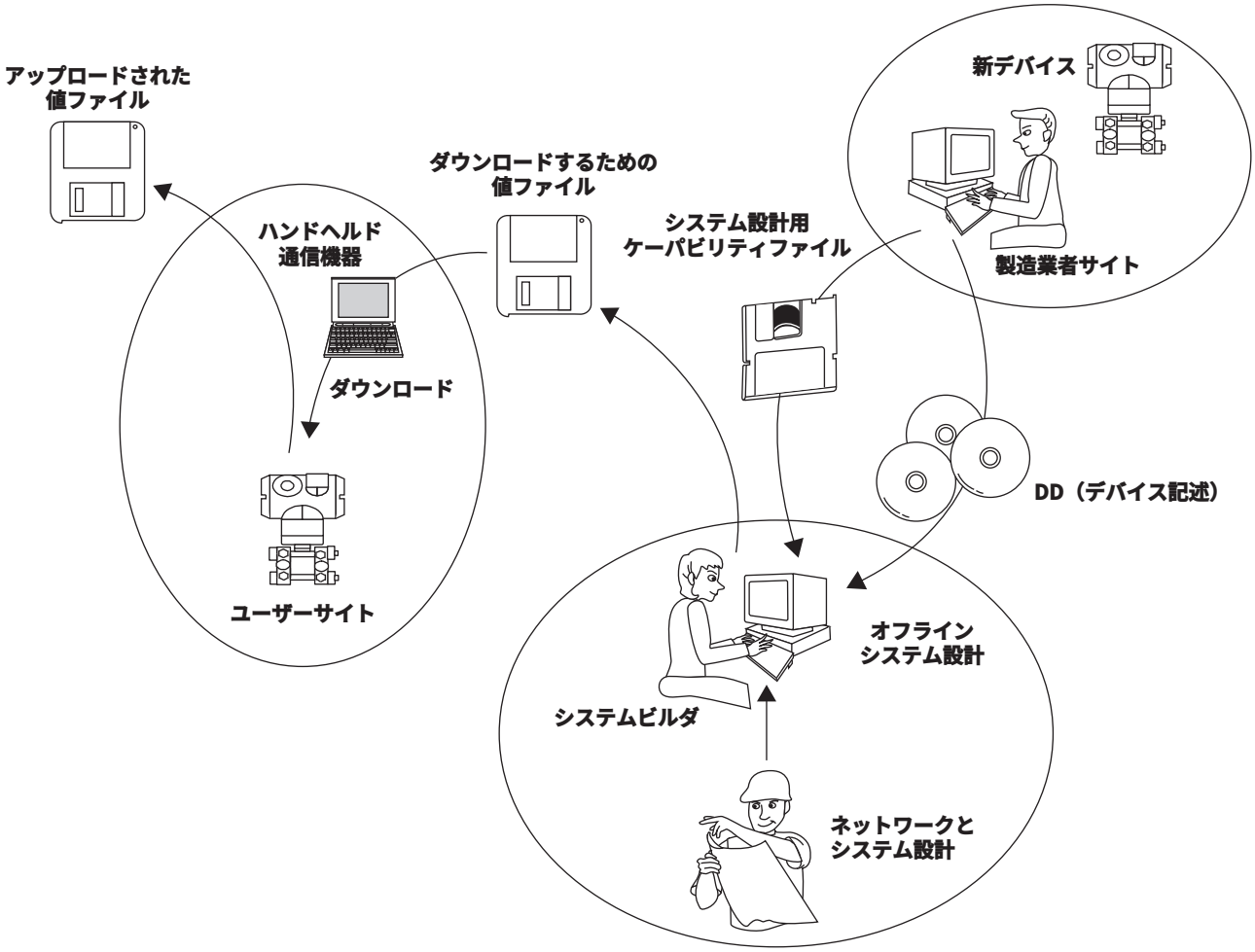



**図3.9　ケーパビリティ（Capabilities）ファイルの使用**

Blank Page

# 4. フィールドバスプロジェクトの管理

**本章では，フィールドバスプロジェクトの管理の例を説明します。再度，記しますが，フィールドバスは，可能性を与える技術であり，プロジェクトにおけるユーザの従来からの専門的な知識を拭い去るものではありません。主要なステップと手順は，現状のまま残り，ユーザは，フィールドバスをベースとする計測と制御に関する知識，および経験を追加するのみです。**

図4.1は，蒸留塔の計装プロジェクト例（一部分）を示します。
実際の蒸留塔の計装プロジェクトは，計測と制御の個所，使用されるデバイスも異なりますが，フィールドバスプロジェクト管理の説明用として図4.1を用います。
本例は，6つの伝送器，および1つの単純制御ループと，1つのカスケード制御ループを形成する2つのコントロールバルブからなります。本章は，本プロジェクトの管理において考慮すべきキーとなる項目を説明します。

デバイスの選択は，考慮されるべき最も重要な項目の1つですが，それは，技術的な考慮を超えていますので，本書では，非常に簡単に説明します。

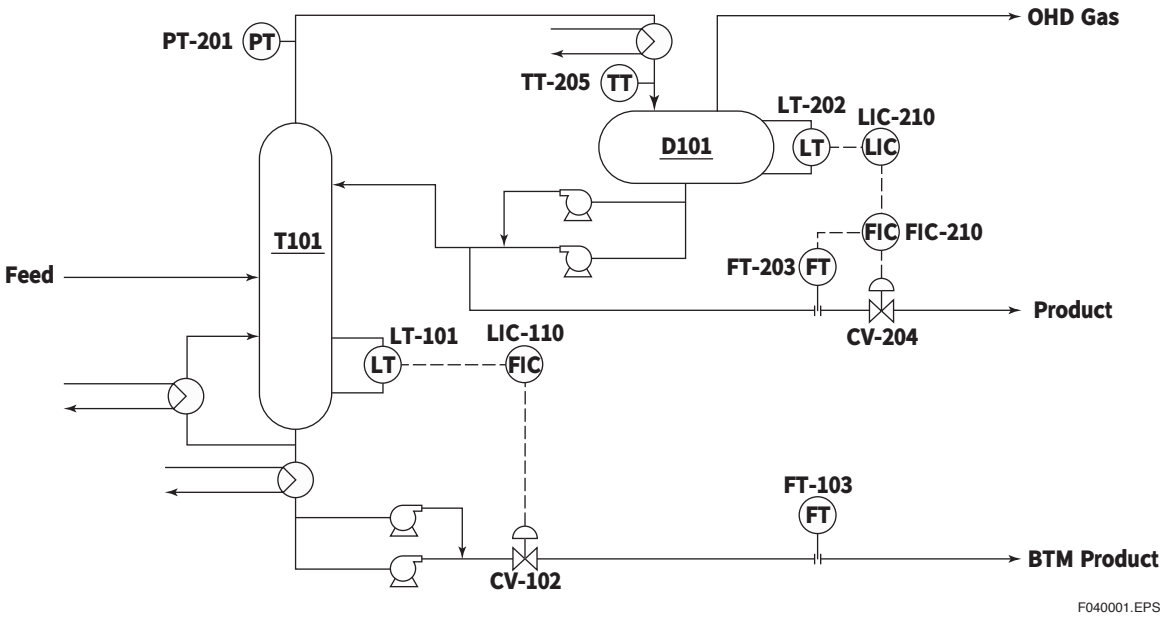



**図4.1　フィールドバスによる蒸留塔計装プロジェクト例（一部分）**

# 4.1 計画段階

このプロジェクトの計画をスタートする場合，ユーザは，プロジェクトの初期コストを最小にすることを希望されるかも知れません。しかし，ユーザのプラントは，数10年間 使用され，また，プラントの総コストを考慮する必要があります。フィールドバスも，例外項目ではありません。ユーザは，実現可能な設計を採用され，将来のリスクを低減されることが重要と考えます。

最初にデバイスを数えます。デバイスの数は，表4.1のようになります。フィールドバス上の台数制限の検討のため，横河製デバイスの形名と消費電流を記します。

**表4.1 フィールドバスプロジェクト例のデバイス数**

| 数量 | デバイス | 横河製の場合の形名 | 横河製の場合の最大消費電流（mA） |
|---|---|---|---|
| 2 | 流量伝送器 | EJA110 | 16.5×2＝33 |
| 2 | レベル伝送器 | EJA110 | 16.5×2＝33 |
| 1 | 圧力伝送器 | EJA430 | 16.5 |
| 1 | 温度伝送器 | YTA310 | 16.6 |
| 2 | バルブポジショナー（コントロールバルブ） | YVP110 | 17×2＝34 |
| 合計 8 | | | 合計 133.1 |

T040101.EPS

## 4.1.1 バス上のデバイス数

1つのフィールドバスセグメント上に，何台のデバイスを設置しますか？
本例のプロジェクトは，新設プラントであり，ユーザは，すべてのデバイスを，1つのセグメント上に持つことを希望されるかも知れません。最終結論に達する前に，デバイス数を制限する条件を検討しましょう。

### ■ 通信仕様

物理層は，下記に説明するように，デバイス数を制限します。
データリンク層は，アドレスを8ビットで表される16進2桁の数にて指定しています。このうちのいくつかは，特別な目的のために確保されているので，フィールドデバイスに対する実際のアドレス範囲は，232台です。この値は，充分大きいので，考慮する必要はありません。

### ■ 電源供給および本安バリア

バス給電デバイスが，フィールドバス上に設置される場合，電力は，ネットワーク上の電源から，フィールドバスを通して供給される必要があります。電源容量は，フィールドバス上のすべてのバス給電デバイスの，最大電流消費の総計より大きくなければなりません。
本質安全フィールドバスにおいては，危険エリアにおけるデバイスの数は，安全バリアを通して供給される全エネルギーにより厳しく制限されます。
本例は，危険エリアにおける設置例であり，本安バリアの供給電流容量により，デバイス台数制限を受けることになります。下記に表4.1の例を使って，フィールド機器への供給電流の計算例を示します。
本安バリアの例として，FISCO（Fieldbus Intrinsically Safe Concept）形式のP&F社製KLD2-PR-Ex1.IEC1（リピータアイソレーションバリア）を使用します。

P&F社製　KLD2-PR-Ex1.IEC1の供給電流容量：100 mA
表4.1に示すデバイスの最大消費電流合計：133.1 mA（*1）
したがって，1台の本安バリアでは，全デバイスの電流を供給することはできません。
本例では，2本のフィールドバス（2つのセグメント（*2））を設置することとします。

*1： フィールド機器が決定していない場合，デバイスの消費電流は，暫定的に平均 20 mA（実際は20 mA±10 mA）として計算します。
*2： セグメントは，1本の伝送媒体からなる1つの伝送路です。フィールドバスシステムは，複数のセグメント分散を考慮したシステム構成となります。

## ■ アプリケーションの相互影響

ブリッジをとおすFF機能ブロックの結合を避けるため，相互影響のあるFF機能ブロックを1つのセグメント上に置くことが，推奨されます。制御ループは，この例です。
アプリケーションの相互影響は，フィールドバスをまたぐサービスを必要とすることがあります。相互影響があればあるほど，通信需要がより増大します。もし，通信処理能力が，すべてのデータを伝送するのに充分早くないならば，通信処理能力は，フィールドバス上のデバイス数を制限します。
大まかで，安全な算定を下記に示します。異なるデバイスにおける，FF機能ブロック結合の数（パブリッシャの数）$N_P$を数えてください。制御ブロックと出力ブロック（ヒューマンマシンインタフェースのための通信）の数$N_C$を数えてください。2つの数を加え，40 ms（*1）を乗算してください。

$$T_{LOAD} = (N_P + N_C) \times 40\ ms$$

もし，ミリ秒単位の上記の値が，制御周期（マクロサイクル）の70%（*1）よりも大ならば，この構築は，危険であり，デバイスを削減することが望まれます。詳細な処理能力分析は，システム設計（4.1.3項参照）段階で可能となります。
本プロジェクト例について検討します。例では，6AIブロック，2AOブロックおよび3PIDブロックがあります。コントロールバルブにつき，1つのPIDブロックを持ち，レベル伝送器は，カスケード制御のため，もう1つのPIDを持つと仮定するとしますと，$N_P$として7（5＋2）（カスケード用を除いて5AIブロック，およびカスケード接続のPIDブロック間の2方向通信），および，$N_C$として5（制御表示として2AO＋3PID）となります。
$T_{LOAD}$は，480 msとなります。
ユーザが本プロジェクト例を1秒周期で制御したい場合，アプリケーションの相互影響の面では，1本のフィールドバス（1つのセグメント）でも可能となります。

*1： 40 msおよび70%の値は，横河CENTUMフィールドバスシステムの場合の例を示します。

## ■ リスク管理

フィールドバス上の1つのデバイスが故障した場合，当該セグメント通信を破壊する可能性は，わずかではありますが存在します。最悪ケースの場合，測定値は，フィールドバスを通してアクセス不可能となり，制御動作は中断されます。同じ状況は，フィールドバスケーブルの断線またはショートによっても起こりえます。「最悪モード故障」によって，起きる危険な状況を避けるため，フィールドバスセグメント上の制御ループ数を制限されることを，強く推奨します。

## ■ 本プロジェクト例の場合

本例では，本安バリアの供給電流容量から，2つのセグメントに分けることになりました。
また，本例では，1つのカスケード制御ループと1つの単純ループを持つため，それらは，リスク管理のため，異なるセグメントに設置することにします。
本安バリアの数，および，ホストインタフェースモジュールは，2個必要となります。
上記の検討の結果，ケーブル関係の機器を除き，本安バリア，ターミネータを含み，すべての機器を手配できる状態になりました。

## 4.1.2 配線設計

次のステップは，配線を設計することです。先ず，配線設計ルールを復習します。

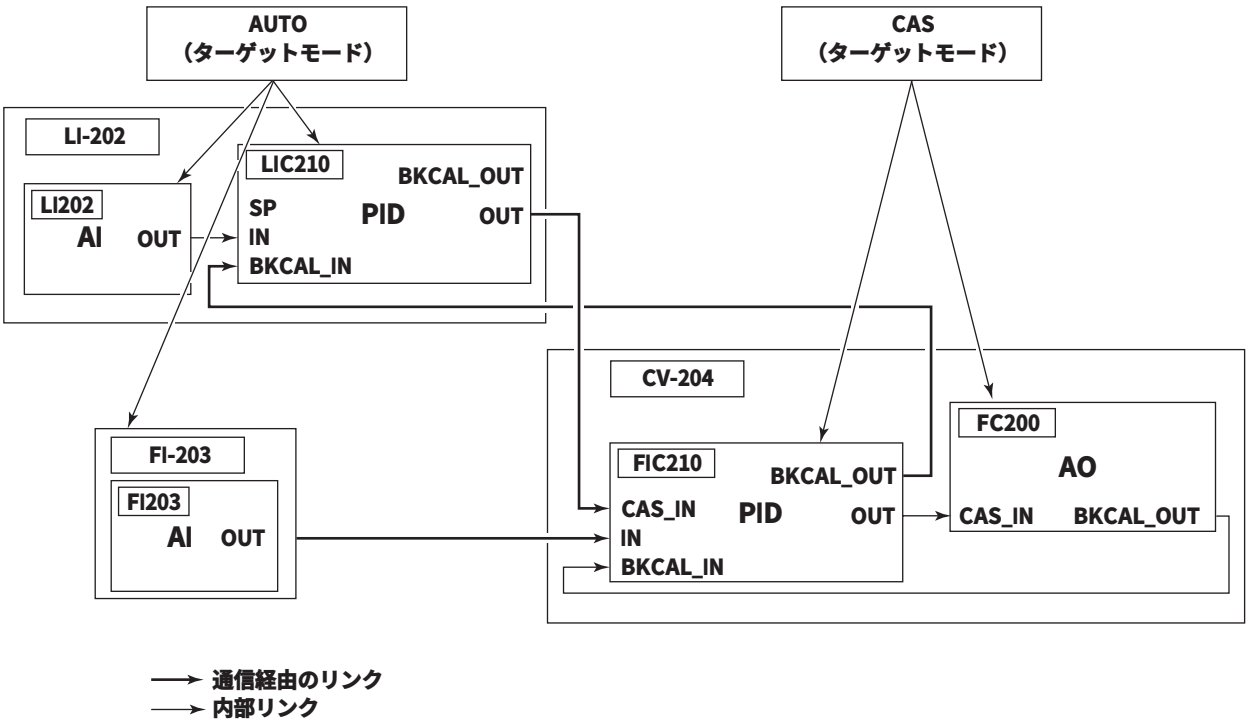
ルール1：フィールドバス上のデバイス数は，2～32台
ルール2：ケーブルは，対より線各対毎シールド（Type A），線径＃18AWG（米国電線規格　18番線（0.82 $mm^2$））を使用
ルール3：最大ケーブル長は，1900 m
ルール4：最大分岐長は，120 m
　最大分岐長は，接続デバイス数により，表2.2に示す値とする。（*1）
ルール5：対より線一括シールド（Type B），線径＃22AWG（米国電線規格　22番線（0.32 $mm^2$））を使用する場合，最大ケーブル長は，1200 m

本プロジェクト例の場合，幹線ケーブルとして，対より線各対毎シールド（Type A）ケーブルを使用します。
現場ジャンクションボックスからデバイスまでの，各分岐線の長さを測ってください。セグメントに実装するデバイスは，最大分岐長が，120 m以内になるように割り当ててください。制御ループを構成するデバイスは，同じセグメント上に置かれていることを確認してください。本例では，2つのセグメント（図4.1において，タグナンバ100番台と200番台）から構成されます。
上記の検討により，ケーブルとフィールドバス補器（コンジット配管，カプラ（分岐器），ジャンクションボックスなど）を手配できます。どのセグメントにデバイスを接続するかを識別するため，フィールドデバイスのタグを割り当ててください。図4.3は，この配線の例を示します。

*1： 本書2.2.3項の*1を参照してください。

## 4.1.3 システム設計

デバイスリストと各セグメント上で利用可能なFF機能ブロックが明確になりました。AI，PID，およびAOブロックの組み合わせである，ホスト制御ループ上の監視アプリケーションへの，LI-101，LI-202，FI-203上のFF機能ブロックを除いて，すべてのAIのFF機能ブロックを接続してください。図4.2は，レベルカスケード制御に対するFF機能ブロックの接続を示します。コントロールバルブのPIDブロックは，流量（FIC-210）を制御し，一方，レベル伝送器のPIDは，レベル（LIC-210）を制御します。ターゲットモードも，図に示します。




F040101.EPS

**図4.2　レベルカスケード制御におけるFF機能ブロックの接続例**

本書の3章で説明しましたように，ブロックパラメータを決定してください。
構築ソフトウェアは，通信用の他のパラメータを生成します。フィールドバスが，どの程度，ビジーな状態であるかをチェックするため，生成されたスケジュールを表示してください。

# 4.2 設置段階

ユーザは，フィールドバスデバイスのリモート構築の特長を使用して，設置期間を削減できます。ユーザのエンジニアは，従来の4～20 mAデバイスの場合のような頻度で，フィールドに行く必要はありません。

## 4.2.1 設置

デバイスの設置は，設置と配線図を使用する4～20 mAデバイスの場合とまったく同じです。設置の前に，デバイスに機器タグを割り振ることを推奨します。正しいタグが割り振られていれば，デバイスを，プラントの正しい場所に設置できます。
「幹線（トランク）」配線は，各終端にターミネータを持つケーブルです。他の部分は，「分岐（スパー）」と呼ばれ，それは，最大長で120 mの制限があります。ジャンクションボックスからデバイスまでは，分岐長が，この制限内であれば，ツリー（または，「鶏の足」と言います）形状を取ることができます。図4.3は，配線計画の例を示します。

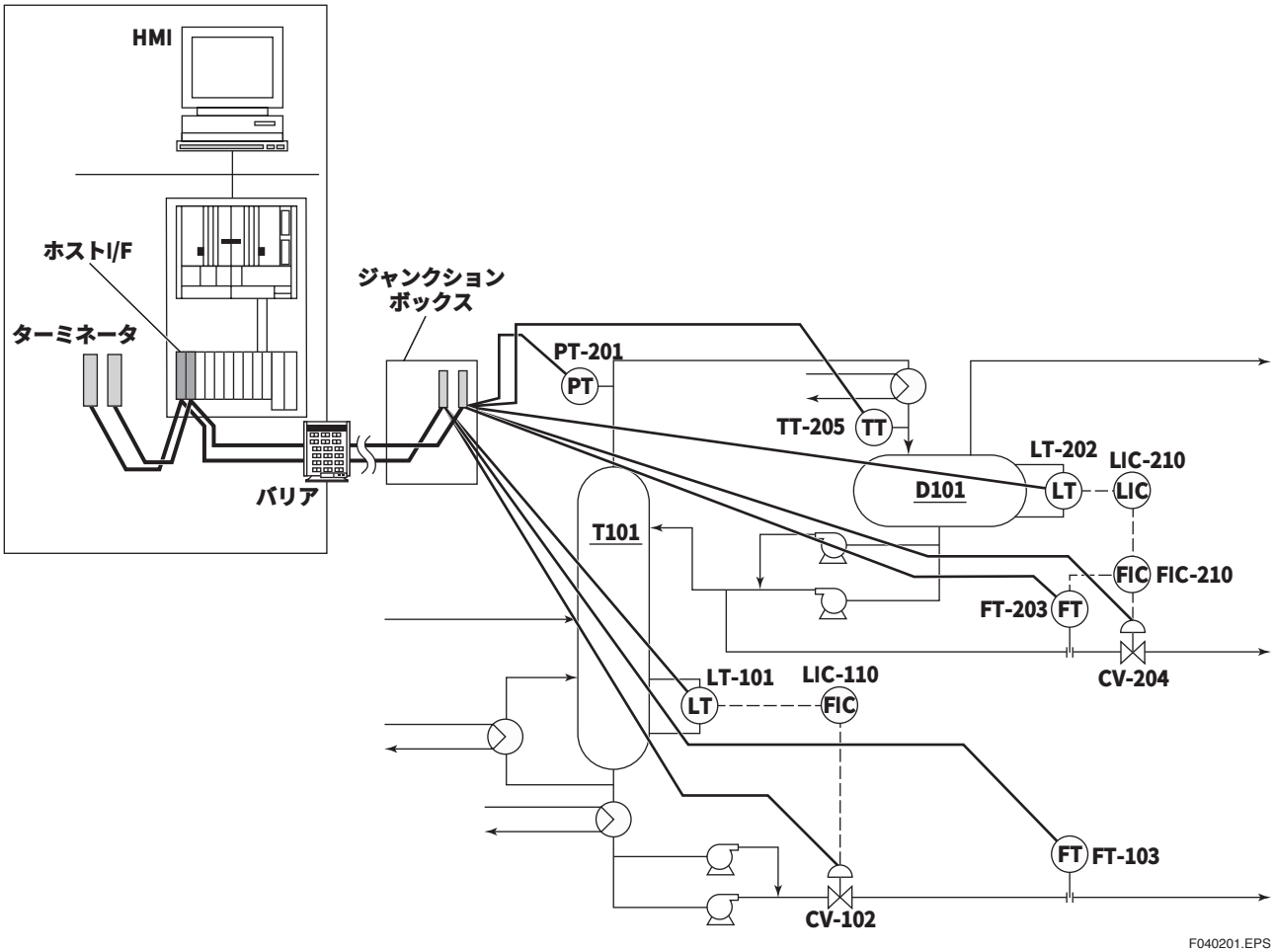



**図4.3　フィールドバスによる蒸留塔計装プロジェクト（一部分）の配線計画例**

## 4.2.2 コミッショニング（試運転）

デバイスを配線に接続した後，すべてのデバイスが運転可能かどうかチェックするため，電源を投入してください。タグまたはアドレスが正しくないならば，適切な構築ソフトウェアでそれらを指定してください。
ホストインタフェースモジュールに加え，すべてのデバイスに構築情報（コンフィギュレーション情報）をダウンロードしてください。すべての入力値は，ホストの画面で見られます。
ユーザのプラントは，コミッショニングのときには，未だ運転可能でないかも知れません。この場合，シミュレーションが有用です。デバイスにある，シミュレーションスイッチをONにしてください。スイッチの場所は，取扱説明書に説明されています。AIとAOブロックのSIMULATE.Enable active/disableパラメータにSimulate activeを書き込んでください。そうすれば，ブロックは，ユーザが，シミュレーションフィールドに書き込んだ値とステータスを使用します。ユーザは，今や，ディスプレイと制御ループが，設計したように，正しい値を示すことをチェックできます。コミッショニングの後，シミュレート用のハードウェアスイッチを不能状態にすることを忘れなでください。

## 4.2.3 スタートアップとテスト運転

フィールドバスを含む計装システムが，今や，運転可能です。ユーザは，テストのため，プラントを動作させることができます。入力値は，スムースな記録のため，ダンピングを必要とすることがあります。ユーザは，ループのPIDパラメータをチューニングできます。テスト運転とチューニングの後，チューニングされたブロックパラメータをアップロードしてください。そうすれば，ユーザは，デバイスが機能不全になった場合，それらを使用できます。

# 4.3 運転段階

運転段階は，従来のアナログ伝送システムからの変更はありません。

## 4.3.1 制御運転

運転段階の間に，オペレータは，プラント運転を監視することができ，必要であれば，オペレータは，制御を引き継ぐことができます。
入力監視，ループ表示，手動運転，および，プロセスアラーム表示は，ホストヒューマンマシンインタフェースを通して，利用できます。
従来のアナログ伝送における制御からの変更はなく，オペレータは，追加の訓練を必要としません。

# 4.4 保守段階

プラントが運転状態になりますと，同時に保守段階になります。ユーザは，プラント運転の間に，フィールドバス制御システムを保守することができます。
DDベースソフトウェアは，キャリブレーションなどの日常保守（*1）を支援できます。

*1： 例えば，pH計を使用している場合，pH電極のクリーニングなどの日常保守も支援できます。

## 4.4.1 デバイスアラーム

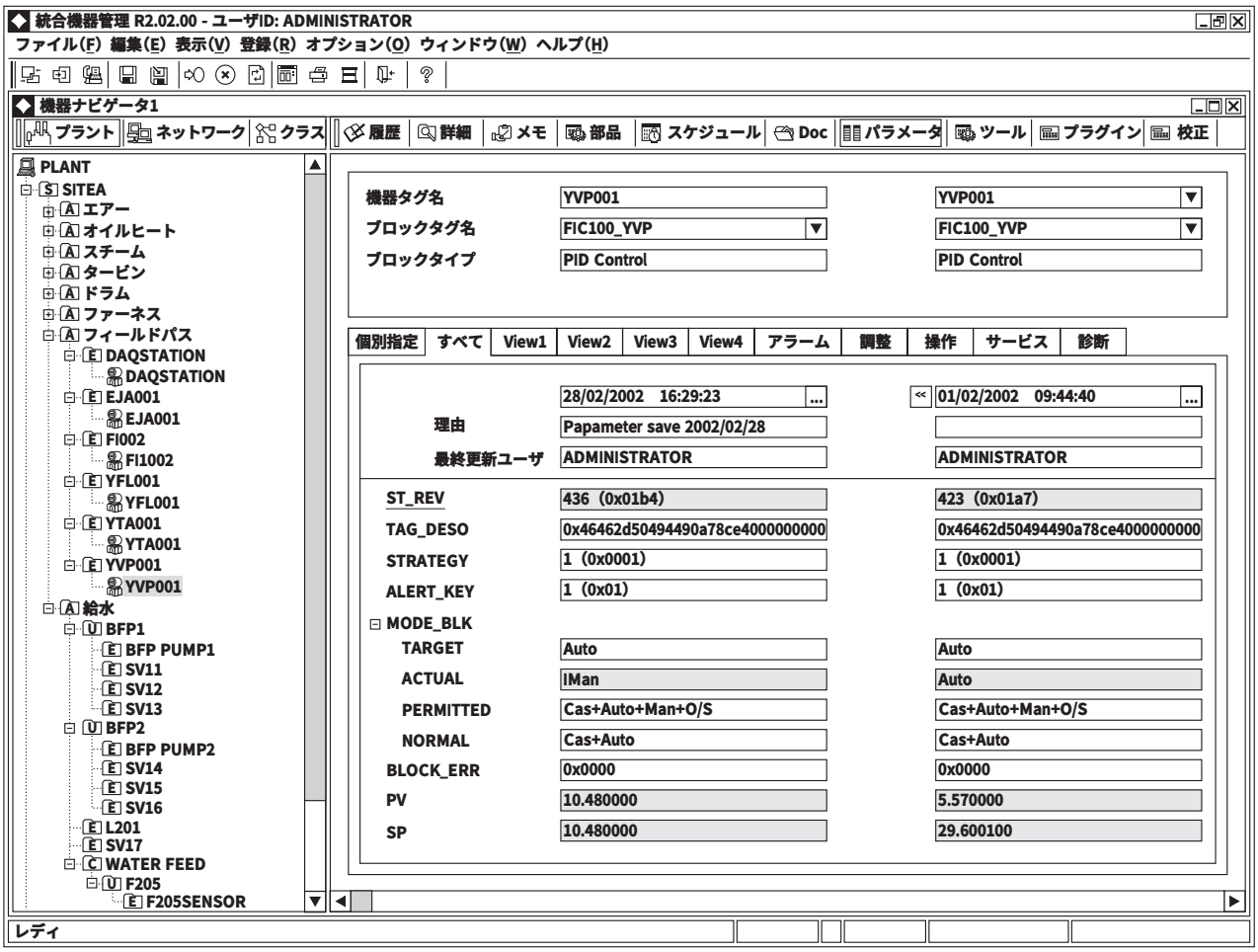
デバイスが，自身の動作に関し，検出端のバーンアウト，空気圧の欠如，リーク，または，その他の問題を検出した場合，「デバイスアラーム」を発信します。
ユーザは，デバイスの設置場所に行く前に，診断ウインドウを開き，発信されたアラームを見ることにより，アラームが，何であるかチェックできます。また，デバイスは，リソースブロックまたはトランスデューサブロック内の，より多くの情報を提供できます。電子マニュアルは，有用であり，診断ソフトウェアは，DDから回復されたテキストによって問題の詳細を示します。

## 4.4.2 欠陥のあるデバイスの置換え

ユーザが，欠陥のあるデバイスの置換えを必要とする場合，ここで説明をする手順に従ってください。デバイスが機能不全になった場合でも，プラントは，安全であるかを，確認する必要があります。
予備の代替デバイスを用意してください。それは，同一レビジョンの同一デバイスである必要があります。運転しているフィールドバスに，代替デバイスを接続する前に，それに機器タグとノードアドレスを与えることを推奨します。このことは，すべての通信構築を明瞭にし，運転中のフィールドバスに，構築内容の不明なデバイスを追加することにより発生するかも知れない，予測できない事態を防ぎます。
フィールドバスから欠陥のあるデバイスを外してください。フィールドバスをショートしないように注意してください。配線が，ネジ端子で接続されている場合，通信に瞬間的な望ましくない中断を引き起こすチャタリングを避けるため，できるだけ早く，ネジを外してください。
デバイスを置換え，上記の注意事項に従って，再度，配線を接続してください。代替デバイスは，数秒以内に通信をスタートします。ユーザが，代替デバイスを接続する前に，機器タグとノードアドレスを設定した場合，代替デバイスは，トークン巡回に参加しますが，計測と制御に対し，休止状態のままになっています。
運転条件を回復するため，デバイスにチューニングされたパラメータに加え，構築情報（コンフィギュレーション情報）をダウンロードしてください。このデバイスで使用するパラメータは，運転可能になります。プラント全体が，平常状態に戻ることを確認してください。

## 4.4.3 機器管理

ユーザは，現場のデバイス情報の保持を必要とします。ユーザは，保守を行う場合，デバイスに実施したことの記録を保管します。デバイスが，機能不全になった場合，ユーザは，代替機器を見出すことが必要です。
ユーザの機器に関するこのような情報に対する管理ソフトウェアは，有用です。そのソフトウェアは，また，予防保全のためプラントシャットダウンを計画するために必要です。
このような管理パッケージの例として，図4.4に，横河の統合機器管理（PRM）システムの表示例を示します。




F040401.EPS

**図4.4　横河の統合機器管理（PRM）システムの画面（パラメータ比較）例**

# 4.5 改造段階

ユーザが，プラントの改造を計画される場合，ユーザは，フィールドバスのオンラインアップグレードの特長を活用して，プラントのシャットダウン期間を短縮できます。

## 4.5.1 アプリケーションの追加

図4.1に示すプロジェクト例において，塔T101の塔中間部および塔頂の2個所に，温度測定の追加を計画すると仮定してください。100番台の本安バリアは，2台の温度伝送器を追加する容量があります。充分に余裕を持った配線を行っていますので，ユーザは，既存の100番台のフィールドバスセグメントに2台の温度伝送器を追加できます。
デバイスの置換えと同じ注意を払い，追加分岐を使用してフィールドバスに追加伝送器を接続してください。それらをアプリケーションに追加し，デバイスに構築情報（コンフィギュレーション情報）をダウンロードしてください。もし，デバイスの追加が制御方法を変更するものでなければ，他のデバイスに影響することなく，また，プラント運転に外乱を与えることなく，これらのデバイスを追加することができます。

## 4.5.2 デバイスのアップグレード

ユーザが，既設の「スマート伝送器」をフィールドバスデバイスにアップグレードし，既設のフィールドバスセグメントに追加を検討される場合について説明します。
デバイスベンダによっては，スマートからフィールドバスへの「アップグレードキット」を準備しており，デバイスをプラントから取り外すことなく，単に，必要な電子部品を置き換えればよい場合もあります。この場合，前項で説明しましたように，フィールドバスへの追加デバイスとして，このデバイスを追加できます。
いくつかのフィールドバスデバイスは，フィールドソフトウェアアップグレードをサポートしている場合がありますので，このアップグレードにより，より高機能にすることができます。この運用については，デバイスベンダからの説明に従ってください。

# 頭字語一覧

| | |
|---|---|
| AC | 交流 |
| AI | アナログ入力機能ブロック |
| AO | アナログ出力機能ブロック |
| AP | 応用プロセス |
| APL | 応用層 |
| ASN.1 | 抽象構文記法1 |
| AUTO | 自動モード |
| AWG | 米国電線規格 |
| BG | バイアス／ゲインブロック |
| BNU | BNU型（Buffered Network-Scheduled Unidirectional） |
| CCITT | 国際電信電話諮問委員会 |
| CAS | カスケードモード |
| CD | データ要求DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| CEP | コネクション端点 |
| CF | ケーパビリティファイル |
| CFF | 共通ファイル形式 |
| CL | LAS要求DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| COTS | 市販品 |
| CPU | 中央処理ユニット |
| CS | 制御選択機能ブロック |
| CT | 時刻要求DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| DC | 直流 |
| DC | 接続切断DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| DC | デバイス制御ブロック |
| DCS | 分散形制御システム |
| DD | デバイス記述 |
| DDL | デバイス記述言語 |
| DDS | デバイス記述サービス |
| Device ID | 機器ID |
| DI | デジタル入力機能ブロック |
| DLCEP | データリンク接続端点 |
| DLL | データリンク層 |
| DLSAP | データリンクサービスアクセス点 |
| DL Time | DLタイム |
| DT | データ転送DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| DT | デッドタイム機能ブロック |
| DO | デジタル出力機能ブロック |
| EC | コネクション確立DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| EU | 工業単位 |
| EUC | エンドユーザ評議会 |
| FAS | アクセス副層 |
| FB | フィールドバス |
| FB | 機能ブロック |

| | |
|---|---|
| FCS | フレームチェックシーケンス |
| FDA | フィールドデバイスアクセス |
| FF | フィールドバス協会 |
| FMS | フィールドバスメッセージ仕様 |
| Gbps (Gbit/s) | ギガビット／秒 |
| HMI | ヒューマンマシンインタフェース |
| ID | 識別子 |
| IEC | 国際電気標準会議 |
| IMAN | 初期化手動モード |
| IP | インターネット通信プロトコル |
| IS | 本質安全 |
| ISA | 米国計測制御学会（The Instrumentation, Systems and Automation Society） |
| ISO | 国際標準化機構 |
| IT | 情報技術 |
| IT | 積算機能ブロック |
| kbps (kbit/s) | キロビット／秒 |
| kH | キロヘルツ |
| LAN | ローカルエリアネットワーク |
| LAS | リンクアクティブスケジューラ |
| LL | リードラグ（進み／遅れ）機能ブロック |
| LM | リンクマスタ |
| LO | ローカルオーバライドモード |
| LS | 時刻リンクスケジューリングタイム |
| MAC | 媒体アクセス制御 |
| MAI | 多点アナログ入力ブロック |
| MAN | 手動モード |
| MAO | 多点アナログ出力ブロック |
| Mbps (Mbit/s) | メガビット／秒 |
| MDI | 多点デジタル入力ブロック |
| MDO | 多点デジタル出力ブロック |
| ML | 手動操作機能ブロック |
| NM | ネットワーク管理 |
| NMIB | ネットワーク管理情報ベース |
| OD | オブジェクト辞書 |
| OS | 出力スプリッタブロック |
| O/S | サービス外モード |
| OSI | 開放型システム間相互接続 |
| PC | パーソナルコンピュータ（パソコン） |
| PCI | プロトコル制御情報 |
| PD | PD制御機能ブロック |
| PDU | プロトコルデータ単位 |
| PD Tag | 機器タグ（PDタグ） |
| PHL (PHY) | 物理層 |
| PID | PID機能ブロック |
| PLC | プログラマブルロジックコントローラ |
| PN | プローブノードDLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |

| | |
|---|---|
| PR | プローブ応答DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| PT | パストークンDLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| PV | プロセス値 |
| QUB | QUB型（Queued User-Triggered Bidirectional） |
| QUU | QUU型（Queued User-Triggered Unidirectional） |
| RA | レシオブロック |
| RB | リソースブロック |
| RCAS | リモートカスケードモード |
| RI | リクエスト間隔DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| ROUT | リモート出力モード |
| RQ | ラウンドトリップタイム問合せDLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| RR | ラウンドトリップタイム応答DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| RT | リターントークンDLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| SC | 信号特性器ブロック |
| SDU | サービスデータ単位 |
| SM | システム管理 |
| SMIB | システム管理情報ベース |
| SMKP | システム管理カーネルプロトコル |
| SP | 設定値 |
| SP50 | 標準と実際委員会50 |
| TB | トランスデューサブロック |
| TCO | 所有に関わるトータルコスト |
| TCP | 伝送制御プロトコル |
| TD | 時刻配布DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| TL | LAS伝送DLPDU（データリンク・プロトコルデータ単位） |
| UDP | ユーザデータプロトコル |
| VCR | 仮想通信路 |
| VFD | 仮想フィールドデバイス |
| VIEW | ビューオブジェクト |
| WAN | 広域ネットワーク |

Blank Page

# FOUNDATIONフィールドバス参考書

TI 38K02A01-01

# 索　引


## 記号

“ 31.25 kbps ” 物理層 ..... 2-7

## A

AI ブロック ..... 3-11
AO ブロック ..... 3-16

## C

CAS_IN ..... 3-20
CHANNEL 値 ..... 3-12

## D

DDL および DD とは ..... 3-29

## F

FF 機能ブロック ..... 3-2, 3-3
FF 機能ブロック管理 ..... 3-27
FF 機能ブロックとは ..... 3-2
FMS オブジェクト ..... 2-24
FMS サービス ..... 2-26
FOUNDATION フィールドバス ..... 1-5

## I

IMAN ..... 3-19

## O

OSI 参照モデル ..... 2-2

## P

PID パラメータ ..... 3-20
PID ブロック ..... 3-19

## S

SP ..... 3-20

## T

TCP/IP プロトコル群 ..... 2-30

## V

VCR（仮想通信路）経由の通信 ..... 2-5

## ア

アクセス権 ..... 3-8
アクセス副層 ..... 2-19
アドレス ..... 2-13
アプリケーション層 ..... 2-19
アプリケーションタイム管理 ..... 3-27
アプリケーションタイムの同期化 ..... 2-29
アプリケーションの相互影響 ..... 4-4
アプリケーションの追加 ..... 4-12
アラーム生成 ..... 3-12

## イ

イベント管理 ..... 2-26

## ウ

後ろ向きパス ..... 3-17
運転段階 ..... 4-9
運転段階における利便性 ..... 1-4

## オ

オブジェクト辞書 ..... 2-25
オブジェクトの例 ..... 2-24

## カ

改造段階 ..... 4-12
改造段階における利便性 ..... 1-4
仮想フィールドデバイス（VFD） ..... 2-23, 3-1

## キ

機器管理 ..... 4-11

## ク

クライアント／サーバ型 ..... 2-20

**ケ**

ケーパビリティ（Capabilities）ファイル ..... 3-31
計画段階 ..... 4-2
計画段階における利便性 ..... 1-3
欠陥のあるデバイスの置換え ..... 4-10

**コ**

高速 Ethernet ..... 2-30
コミッショニング（試運転） ..... 4-8

**シ**

システム管理 ..... 3-26
システム管理プロトコル ..... 2-29
システム設計 ..... 4-6
シミュレーション ..... 3-12
重要パラメータ ..... 3-9
重要ブロック ..... 3-11
出力パラメータ ..... 3-7
信号化方法 ..... 2-7

**ス**

推奨パラメータ値 ..... 3-13, 3-17, 3-20
スケーリングと開平演算 ..... 3-12
スケーリングパラメータ ..... 3-9
スケジュール化された通信 ..... 2-16
スケジュール化されていない通信 ..... 2-17
スタートアップとテスト運転 ..... 4-8

**セ**

制御運転 ..... 4-9
設置 ..... 4-7
設置段階 ..... 4-7
設置段階における利便性 ..... 1-3
セットポイント（設定値） ..... 3-20

**ソ**

ソース／シンク型 ..... 2-22
その他のサービス ..... 2-28

**タ**

ダイナミックまたはスタティック ..... 3-8
タグとアドレス指定 ..... 2-29
タグのロケーション ..... 2-29
単位コード ..... 3-24

**ツ**

通信仕様 ..... 4-3
通信のモデル ..... 2-2

**テ**

データリンク PDU ..... 2-18
データリンク層 ..... 2-12
デバイスアラーム ..... 4-10
デバイス管理 ..... 3-26
デバイス記述 ..... 3-28
デバイス記述サービス ..... 3-30
デバイス情報ファイル ..... 3-28
デバイスのアップグレード ..... 4-12
電源供給および本安バリア ..... 4-3

**ト**

トランスデューサブロック ..... 3-5

**ナ**

内蔵パラメータ ..... 3-7
なぜ Ethernet か ..... 2-30

**ニ**

入力パラメータ ..... 3-7

**ノ**

ノーマルモード ..... 3-19

**ハ**

パーミッテドモード ..... 3-12
配線設計 ..... 4-5
配線ルール ..... 2-9
媒体アクセス制御 ..... 2-12
バス上のデバイス数 ..... 4-3
パブリッシャ（発行者）／
　　サブスクライバ（引用者）型 ..... 2-21
パラメータ ..... 3-7
パラメータクラス ..... 3-7
パラメータ属性 ..... 3-8
パラメータのステータス ..... 3-8

**ヒ**

ビューオブジェクト ..... 3-10

## フ

フィールドデバイスアクセス（FDA）
　　プロトコル ..... 2-30
フィールドバスアプリケーション ..... 3-1
フィールドバス対応デバイス内の VFD ..... 3-1
フィールドバスとは ..... 1-1
フィールドバスの概要 ..... 1-1
フィールドバスの通信技術 ..... 2-1
フィールドバスの利便性 ..... 1-3
フィールドバスプロジェクトの管理 ..... 4-1
フォールトステート ..... 3-17
物理層 ..... 2-7
プログラム呼び出し ..... 2-27
ブロックモード ..... 3-9
プロトコルデータ単位 ..... 2-4

## ヘ

変数アクセス ..... 2-26

## ホ

保守段階 ..... 4-10
保守段階における利便性 ..... 1-4
本質安全の考慮 ..... 2-11
本プロジェクト例の場合 ..... 4-4

## マ

前向きパス ..... 3-16

## メ

メッセージング副層 ..... 2-23

## モ

モード ..... 3-17, 3-19

## リ

リスク管理 ..... 4-4
リソースブロック ..... 3-2
リソースブロックと
　　トランスデューサブロック ..... 3-22
領域（ドメイン）管理 ..... 2-27
リンクアクティブスケジューラ（LAS） ..... 2-15
リンクおよびスケジュール ..... 3-6
リンクの保守 ..... 2-18

## ロ

ローパスフィルタ ..... 3-12

Blank Page

# Techical Information　改訂情報

**資料名称　　：FOUNDATION フィールドバス参考書**
**資料番号　　：TI 38K02A01-01**

**'03年3月／初版**
新規発行

著作者　横河電機株式会社
システム事業部 PMK 部
発行者　横河電機株式会社
〒 180-8750 東京都武蔵野市中町 2-9-32
印刷所　横河グラフィックアーツ（株）

**記載内容は，お断りなく変更することがあります。**